

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ARENIZAÇÃO E FITOSSOCIOLOGIA DA VEGETAÇÃO DE CAMPO NO
MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS, RS**

ELISETE MARIA DE FREITAS

**ORIENTADOR: PROFº DR. ROBERTO VERDUM
CO-ORIENTADORA: PROFª DRª ILSI IOB BOLDRINI**

Porto Alegre, março de 2006.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ARENIZAÇÃO E FITOSSOCIOLOGIA DA VEGETAÇÃO DE CAMPO NO
MUNICÍPIO DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS, RS**

ELISETE MARIA DE FREITAS

Orientador: Prof. Dr. Roberto Verdum

Co-orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ilsi Iob Boldrini

Banca Examinadora: Profa. Dr^ª. Dirce Maria Suertegaray

Profa. Dr^ª. Nina Simone V. M. Fujimoto

Prof. Dr^ª. Sandra Cristina Müller

**Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em
Geografia como requisito para obtenção
do Título de Mestre em Geografia.**

Porto Alegre, março de 2006.

Freitas, Elisete Maria de

Arenização e fitossociologia da vegetação de campo no município de São Francisco de Assis, RS / Elisete Maria de Freitas - Porto Alegre : UFRGS, 2006.

[142 f.] il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Porto Alegre, RS - BR, 2006.

1. Geografia Física. 2. Campo Nativo. 3. Arenização. 4. Cobertura Vegetal. 5. São Francisco de Assis, RS. I. Título.

CDU 911.2(816.5)

Catálogo na Publicação
Biblioteca Geociências - UFRGS
Renata Cristina Grun CRB10/1113

A minha filha Cauami e aos amigos, os
verdadeiros amigos.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir essa tão sonhada etapa na minha formação, me resta agradecer:

À UFRGS – universidade pública e gratuita, sem a qual eu jamais teria tido condições de realizar o curso de mestrado.

Ao Museu de Ciências Naturais e ao Setor de Botânica e Paleobotânica da UNIVATES que, através dos professores Noeli Juarez Ferla e André Jasper, permitiram o uso desse espaço para a realização de todo o trabalho de identificação das espécies.

Aos amigos, alguns conquistados ao longo do curso, outros que já conhecia, mas que foram muito especiais. Cada um contribuiu de alguma forma e quero deixar registrado o meu mais sincero agradecimento:

- * Ao Prof. Roberto Verdum, pela orientação, pelos ensinamentos, pela confiança e amizade. Também pela sua tranquilidade em lidar com todas as situações.
- * À professora Ilsi Iob Boldrini, pela co-orientação, pelos ensinamentos, pela amizade, dedicação e carinho que tem para com todos que a cercam.
- * À amiga Sandra Cristina Muller, pela ajuda tão preciosa na análise estatística, pelos ensinamentos e apoio.
- * À Zélia, secretária do programa, pela disponibilidade em atender, com precisão e eficiência às solicitações realizadas ao longo do curso.
- * À professora Nina Fujimoto pela confiança e apoio.
- * Aos seguintes botânicos: Maria Salete Marchioretto pela confirmação das espécies de *Amaranthaceae*; Carmen L. Cristóbal pela identificação de *Ayenia mansfeldiana* (Herter) Herter & Cristóbal; Sérgio Augusto L. Bordignon pela identificação de *Marsypianthes hassleri* Briq.; Mara Rejane Ritter e Néelson Ivo Matzenbacher pela colaboração na confirmação de algumas espécies de *Asteraceae*; Sônia Marisa Hefler pelo auxílio na identificação de *Cyperaceae* e de *Plantago tomentosa* Lam. e à Juliane Bruxel pela colaboração na identificação das espécies de *Cactaceae*.
- * Ao Eng. Agrônomo Valmor Raffaelli, pelo auxílio na compreensão e interpretação das análises de solo.
- * À direção do colégio Castelinho (Marisa, Sandra, Lídia, Erondina e Sílvia), pelo incentivo e colaboração, contribuindo para que eu pudesse participar das atividades relacionadas ao curso. Também aos colegas professores, especialmente à Flávia, à Sandrinha e à Ana Luíza, pelo incentivo, pelas conversas agradáveis e pela amizade.
- * Aos amigos Eduardo de Souza (Dudu), Roberto Klahr, Marta Mânica e Émerson Luís Musskopf, pelos favores prestados.
- * Às vizinhas Ilsi e Rosana que tantas vezes assumiram o papel de mãe de minha filha.

- * A Rafael Trevizan e Luís Fernando Paiva Lima, pela amizade e pelo auxílio na identificação de algumas espécies.
- * A André Jasper, pelos conhecimentos, apoio e por todas as oportunidades proporcionadas.
- * Ao amigo Vianeí Luís Diedrich, por ter sido tão prestativo e incansável colaborador nas atividades de campo. Por assumir com determinação o papel de ‘homem protetor das mulheres’ durante o acampamento. E ainda, pela paciência em tolerar minhas exigências durante a distribuição das unidades amostrais e refazer todo o trabalho, apesar da vontade que sentia de me jogar na voçoroca.
- * Ao querido amigo, ex-aluno e agora colega, o Biólogo Rafael Eckhardt, por ser tão especial e motivo de orgulho para mim. Pelas brincadeiras, bate-papos e pela ajuda na elaboração dos mapas, gráficos e com os problemas ‘informáticos’ que tive durante a montagem do trabalho.
- * Às amigas Marlova Mósená, pelo apoio, companhia durante os trabalhos de campo e auxílio em várias atividades, e Juliana Salvi, pela amizade e por ser tão prestativa, auxiliando sempre na realização de várias atividades.
- * À amiga Fê (Fernanda), pelo apoio e disponibilidade em participar das atividades de campo. Ao seu marido Paulo que, juntamente com a Fê, colaboraram muito.
- * Às bolsistas e amigas Maria Helena, Cristiane, Elisa e, novamente, à Fê, por terem, tantas vezes, auxiliado na resolução de problemas do projeto BCO quando estive ausente, além de ajudarem na realização de atividades relacionadas ao meu trabalho.
- * À Ivete, pela amizade e pela disponibilidade que sempre teve em atender aos meus pedidos de ajuda.
- * À querida amiga Emília, pelas distrações com suas brincadeiras e colaboração nos trabalhos com as excicatas, pela companhia e preciosa ajuda nos trabalhos de campo sob o sol ardente.
- * À minha grande amiga Jaqueline Spellmeier, pelo incentivo, pelas discussões e opiniões, pela companhia nas atividades de campo, enfim, pela amizade.
- * À minha cunhada Cristiane e meus irmãos Moises e Tiago, pelo apoio e pela disponibilidade que sempre tiveram em colaborar.
- * À minha mãe, por tudo...
- * Ao Adriano, por ser tão prestativo, compreensivo e amigo, pela ajuda, pela paciência em tolerar minha ausência e, muitas, muitas vezes, o mau humor também. Por assumir com dedicação os cuidados com a Cauami quando estive ausente.
- * À minha filha Cauami, razão de tudo, por ser tão responsável, querida e companheira. Por compreender os motivos de minha ausência, colaborando sempre para que tudo desse certo. Por ser esta menina tão especial!

A todos vocês, meus amigos verdadeiros, o meu mais sincero agradecimento.

Se eu consegui, é porque vocês existem.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

Com o objetivo de conhecer a composição florística, a fitossociologia e a dinâmica vegetacional em parcelas de campos limpos do sudoeste do RS, foi desenvolvido um estudo em uma área de campo nativo submetido a pastejo contínuo. A área de estudo está situada ao longo dos sedimentos de fundo de vale da encosta de um morro tabular, no município de São Francisco de Assis, RS. Nesta área foram delimitadas duas subáreas com diferentes características com relação ao processo de arenização: subárea 01, com arenização, e subárea 02, sem ocorrência do processo. Para a florística, as subáreas foram percorridas de fevereiro de 2004 a junho de 2005, quando foi coletado material em estágio reprodutivo. Foram listadas 77 espécies pertencentes a 22 famílias na subárea 01 e 86 espécies pertencentes a 24 famílias na subárea 02. Para a fitossociologia foram inventariadas 35 unidades amostrais permanentes, de 0,25 m², em cada subárea. Foi registrada a cobertura de todas as espécies vegetais vasculares, mantilho e solo exposto em setembro de 2004, janeiro e maio de 2005 nas duas subáreas. Nos três levantamentos da subárea 01, solo exposto, *Paspalum stellatum* H. & B. ex Fl. e *P. nicorae* Parodi, detiveram as maiores coberturas e, na subárea 02, foram solo exposto, *P. nicorae* e *P. stellatum*. Foi avaliada a cobertura das espécies, do solo exposto e mantilho, considerando o tempo e a distância da encosta como fatores de variação. A estes valores foi aplicada a análise de variância univariada com testes de aleatorização, através da Distância Euclidiana. Os resultados indicam uma redução progressiva da diversidade específica e da cobertura vegetal e aumento de solo exposto na subárea 01 ao considerar o fator tempo. Na subárea 02, o aumento da cobertura de solo exposto e a redução da cobertura vegetal ocorreram tanto ao considerar o fator

tempo quanto à distância da encosta, porém com menor intensidade. A ocorrência de picos com precipitação elevada de janeiro de 2004 a junho de 2005, associada à chuvas torrenciais, seguidos de períodos com redução significativa na precipitação, influenciaram diretamente na alteração da cobertura vegetal e na ocorrência da arenização na subárea 01. Identifica-se, também, que na subárea 01 os baixos índices de matéria orgânica e argila, baixa capacidade de trocas catiônicas, baixo índice de saturação de bases, reduzida disponibilidade de P (fósforo), K (potássio) e Mg (magnésio) e alta saturação de Al (alumínio) influenciam as dinâmicas da cobertura vegetal. Essas características imprimem ao solo da subárea 01 maior tendência à lixiviação, um dos fatores determinantes para a ocorrência da arenização. O solo da subárea 02, ao contrário, apresenta características que favorecem o desenvolvimento da vegetação e contribuem para a maior estabilidade do sistema local.

Palavras-chave: Campo nativo, arenização, cobertura vegetal, sudoeste do Rio Grande do Sul, solo exposto, dinâmica vegetacional.

ABSTRACT

This study aims at knowing the floristic composition, phytosociology and vegetational dynamics in portions of natural grasslands in southwestern Rio Grande do Sul (Brazil). The area chosen was one that undergoes continuous grazing, located along the background sediments of the valley of a slope in a tabular hill, in São Francisco de Assis municipality, RS. In this bigger area it was outlined two sub-areas presenting different characteristics concerning the sandy patch formation process: sub-area 01 with it, and sub-area 02 without it. Regarding the floristic aspect, the sub-areas were visited from February 2004 to June 2005, when it was collected material undergoing reproductive stage. It was listed 77 species belonging to 22 families in sub-area 01 and 86 species belonging to 24 families in sub-area 02. For purposes of phytosociology it was registered 35 permanent sampling units, 0.25m², in each sub-area. It was also registered the cover for all the vascular species, litter and exposed soil in September 2004, January and May 2005 in both sub-areas. In the three surveys carried out in sub-area 01, exposed soil, *Paspalum stellatum* H. & B. ex Fl. and *P. nicorae* Parodi presented the most extensive covers; in sub-area 02, it was exposed soil, *P. nicorae* and *P. stellatum*. It was evaluated species, exposed soil and litter covers taking into consideration time and distance from the slope as variance factors. To these results it was applied the univariate variance analysis with randomization testing, through Euclidian distance. Final results indicate a progressive reduction of specific diversity and vegetable cover as well as an increase in exposed soil in sub-area 01 when considering time. In sub-area 02, increase of exposed soil and vegetable cover reduction occurred when considering both time and distance from slope, however with smaller

intensity. The occurrence of peaks of high rainfalls from January 2004 to June 2005, associated to pouring rains, followed by periods of significant rainfall reduction, influenced directly the alteration of the vegetable cover and the occurrence of sandy patch formation in sub-area 01. Furthermore, it was identified in sub-area 01 low rates of organic matter and clay, low capacity for cationic exchange, low rate of base saturation, decreased presence of P (phosphorus), K (potassium) and Mg (magnesium), and high saturation of Al (aluminium), all influencing the dynamics of the vegetable cover. These characteristics make the soil in sub-area 01 more susceptible to lixiviation, one of the determining factors for the occurrence of sandy patch formation. Conversely, the soil in sub-area 02 presents characteristics that favor vegetation development and contribute for a greater stability of the local system.

Key-words: natural grasslands, sandy patch formation, vegetable cover, southwestern Rio Grande do Sul, exposed soil, vegetational dynamics.

SUMÁRIO

Introdução.....	19
CAPÍTULO 01	
1. Dinâmica dos areais.....	25
1.1 Referências iniciais.....	25
1.2 Fragilidades estruturais.....	29
1.2.1 Fragilidades litológicas.....	29
1.2.2 Fragilidades pedológicas.....	33
1.3 Modernidade da cobertura vegetal.....	37
1.4 Processos hídricos e eólicos.....	40
1.5 Processo natural x interferências da(s) sociedade(s) humana(s).....	44
CAPÍTULO 02	
2. Campos limpos e diversidade temporal e espacial.....	50
2.1 A vegetação nativa regional.....	50
2.2 Os campos limpos da Depressão Periférica.....	52
2.3 Sistemas agropastoris nos Campos Limpos.....	65
2.3.1 Os efeitos do pastejo sobre a vegetação campestre.....	68
CAPÍTULO 03	
3. Arenização, composição florística e fitossociológica nos campos limpos de São Francisco de Assis/RS.....	74
3.1 Características pedológicas das subáreas de Campos Limpos.....	74
3.2 Dinâmicas pluviométricas e o comportamento da vegetação.....	83
3.3 Composição florística e fitossociológica.....	88
3.3.1 Florística.....	88

	12
3.3.2 Fitossociologia.....	101
3.3.3 Variação espacial e temporal da cobertura vegetal e arenização.....	115
4. Considerações finais.....	130
5. Referências Bibliográficas.....	135
6. Anexos.....	140

RELAÇÃO DE FIGURAS

FIGURA 1 – Localização de São Francisco de Assis, RS, e área de estudo.....	24
FIGURA 2 – Municípios do sudoeste do RS com ocorrência de arenização.....	28
FIGURA 3 – Perfil estatigráfico da Unidade A – sedimentos depositados em ambiente fluvial.....	30
FIGURA 4 – Depósitos arenosos não consolidados assentados sobre o arenito da Formação Botucatu, observados na borda de voçoroca, na propriedade Oliveira, localizada a 3,1 km a sudeste de São Francisco de Assis; Latitude 29°33'50'' e Longitude 55°06'30''.....	32
FIGURA 5 – Contato entre morro de arenito silicificado e depósitos arenosos no setor de estudo, com formação de ravinas.....	33
FIGURA 6 – Porções de solo sem vegetação, vestígios da vegetação pré-moderna. Na foto, <i>Echinopsis oxygona</i> (Link.) Zucc. (Cactaceae) – subárea 01.....	39
FIGURA 7 – Erosão provocada por processos hídricos no contato abrupto entre litologias diferentes, movimentando grande quantidade de sedimentos (Fazenda de Anair Salbego Bem).....	41
FIGURA 8 – Areia transportada e depositada nas partes mais baixas. Estes, quando desidratados, são removidos por processos eólicos (Fazenda de Anair Salbego Bem).....	43
FIGURA 9 – Ação do vento cobrindo a vegetação com a areia, na borda do areal (Fazenda de Anair Salbego Bem).....	44

- FIGURA 10 – A ação do pisoteio do gado em colina promove a remoção da cobertura vegetal e do solo, abrindo caminho para a ocorrência de ravina (Alegrete – junho/2005)..... 49
- FIGURA 11 – Distribuição das formações campestres no RS, onde é possível verificar a ocorrência das formações **Savana**, **Savana Estépica** e **Estepe** na região da Campanha..... 54
- FIGURA 12 – *Senecio cisplatinus* Cabr. (Asteraceae) – espécie com óleo de forte odor e inflorescência na forma de capítulos vistosos e coloridos..... 60
- FIGURA 13 – *Stenachaenium riedelii* Baker (Asteraceae) com intensa pilosidade, contribuindo para a redução da transpiração..... 60
- FIGURA 14 – *Eugenia pitanga* (O. Berg.) Nied. (Myrtaceae) que possui, além de folhas coriáceas como as demais espécies da família encontradas nas subáreas, raízes profundas..... 61
- FIGURA 15 – *Vernonia brevifolia* Less. (Asteraceae) com folhas reduzidas, como estratégia para reduzir a transpiração. 61
- FIGURA 16 – *Parodia ottonis* (Lehmann) N. P. Taylor (Cactaceae) com flor vistosa, estratégia para atração de polinizadores, e caule especializado para armazenar reservas como água e nutrientes..... 62
- FIGURA 17: Touceira de *Campomanesia aurea* O. Berg. (Myrtaceae) no setor de estudo..... 64
- FIGURA 18 – Ocorrência de *Eugenia arenosa* Mattos, dominando uma extensa área de campo nas proximidades do setor de estudo..... 64
- FIGURA 19 – Localização das subáreas 01 e 02. 75

- FIGURA 20 – No primeiro plano, o areal que separa as subáreas 01 e 02 e no segundo plano, encosta rochosa do relevo tabular com predominância de vegetação arbustiva e ocorrência de exemplares arbóreos..... 76
- FIGURA 21 – Subárea 01 (maio de 2005). No primeiro plano, campo onde foi realizado o levantamento fitossociológico e, no segundo, a encosta do relevo tabular com pouca cobertura vegetal..... 77
- FIGURA 22 – Subárea 02 (junho de 2005). No primeiro plano, campo onde foi realizado o levantamento fitossociológico e, no segundo, a encosta do relevo tabular com cobertura vegetal densa..... 77
- FIGURA 23 – Variação da quantidade de chuvas de janeiro de 2004 a junho de 2005, conforme dados obtidos da Estação Meteorológica de Quaraí, RS..... 86
- FIGURA 24 – Vegetação na subárea 01, na unidade amostral 02. Fotografia de 11 de março de 2005, em período de estiagem..... 87
- FIGURA 25 – Vegetação na subárea 02, sofrendo com o período de estiagem..... 87
- FIGURA 26 – Exemplar de *Froelichia tomentosa* (Mart.) Moq. (Amaranthaceae) ameaçada pela arenização na subárea 01..... 92
- FIGURA 27 – Exemplares de *Acanthospermum australe* (Loeft.) O. Kuntze (Asteraceae) na borda de areais (a esquerda em Alegrete e a direita no areal da área de estudo)..... 92
- FIGURA 28 – Flores de *Vernonia nudiflora* Less. (Asteraceae)..... 95
- FIGURA 29 – Exemplar de *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc. (Cactaceae)..... 95
- FIGURA 30 – *Portulaca grandiflora* Hook. (Portulacaceae) com folhas suculentas e flores isoladas e vistosas..... 96

- FIGURA 31 – *Waltheria douradinha* St. Hilaire (Malvaceae), com ocorrência nas duas subáreas, mas com IVI baixo, e incluída na lista das espécies ameaçadas de extinção..... 96
- FIGURA 32 – Quadro com 0,25 m², utilizado como UA. As estacas numeradas permaneceram no local durante o período do levantamento..... 102
- FIGURA 33 – Relação entre número cumulativo de espécies e unidades amostrais na **subárea 01**. São Francisco de Assis, RS..... 104
- FIGURA 34 – Relação entre número cumulativo de espécies e unidades amostrais na **subárea 02**. São Francisco de Assis, RS..... 104
- FIGURA 35 – *Oxalis perdicaria* (Molina) Bertero (Oxalidaceae) na subárea 02, levantamento de maio/2005..... 107
- FIGURA 36 – *Salvia brevipes* Benth (Lamiaceae) com um único indivíduo observado em cada uma das subáreas. 107
- FIGURA 37 – Exemplar de *Jatropha isabellii* Muell. Arg. em flor. Alguns indivíduos haviam perecido no levantamento de maio/2005..... 121
- FIGURA 38 – Parte da unidade amostral 13 no levantamento de maio/2005. Pode ser verificada a falta de cobertura vegetal, solo exposto e marcas do pisoteio do gado..... 127

RELAÇÃO DE TABELAS

- TABELA 1: Resultados obtidos nas análises do solo das subáreas 01 e 02 com as quantidades adequadas para solos pertencentes à classe textural 4, de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – SBCS (2004). São Francisco de Assis, RS..... 81
- TABELA 2: Dados pluviométricos de janeiro de 2004 a junho de 2005, obtidos na estação meteorológica de Quaraí..... 85
- TABELA 3: Lista das famílias e espécies presentes em campo nativo com os respectivos testemunhos, ocorrência nas subáreas 01 e 02 e forma de vida. Fevereiro/2004 a junho de 2005. São Francisco de Assis, RS..... 97
- TABELA 4: Dados fitossociológicos obtidos a partir dos levantamentos de setembro/2004 (S/04), janeiro/2005 (J/05) e maio/2005 (M/05), apresentados em ordem decrescente da média do Índice do Valor de Importância dos três levantamentos das variáveis amostradas na **subárea 01**. São Francisco de Assis, RS. 108
- TABELA 5: Dados fitossociológicos obtidos nos levantamentos de setembro/2004 (S/04), janeiro/2005 (J/05) e maio/2005 (M/05), apresentados em ordem decrescente da média do Índice do Valor de Importância dos três levantamentos das variáveis amostradas na **subárea 02**. São Francisco de Assis, RS. 111
- TABELA 6: Riqueza, diversidade e valores médios de cobertura (%) dos principais modos de vida das plantas, do mantilho e do solo exposto, considerando

como fator de variação o **período do levantamento** (gradiente temporal) na **subárea 01**. São Francisco de Assis, RS..... 118

TABELA 7: Riqueza, diversidade e valores médios de cobertura (%) dos principais modos de vida das plantas, do mantilho e do solo exposto, considerando como fator de variação a **distância da encosta** (gradiente espacial) na **subárea 01**. São Francisco de Assis, RS..... 118

TABELA 8: Riqueza, diversidade e valores médios de cobertura (%) dos principais modos de vida das plantas, do mantilho e do solo exposto, considerando como fator de variação o **período do levantamento** (gradiente temporal) na **subárea 02**. São Francisco de Assis, RS..... 119

TABELA 9: Riqueza, diversidade e valores médios de cobertura (%) dos principais modos de vida das plantas, do mantilho e do solo exposto, considerando como fator de variação a **distância da encosta** (gradiente espacial) na **subárea 02**. São Francisco de Assis, RS..... 119

RELAÇÃO DE ANEXOS

ANEXO 01 – Análises de solo das subáreas 01 e 02.....	140
---	-----

INTRODUÇÃO:

“(...) um areal deve ser percebido a partir da sua relação com a vegetação submetida a interferências pelas práticas agrícolas (...)”.
(Trindade, 2003).

O sudoeste do Rio Grande do Sul (RS) caracteriza-se por uma paisagem tipicamente campestre de extrema fragilidade pedológica, onde é observada a formação de áreas arenosas, através de um processo denominado arenização (Suertegaray, 1987; Verdum, 1997). Trata-se de um processo natural cuja expansão vem ocorrendo, segundo Suertegaray (1987; 1992; 1998), tanto pela dinâmica da natureza como pela forma de apropriação e do uso inadequado que a sociedade humana, em especial os produtores rurais, faz desse ecossistema. O fenômeno é preocupante e exige estudos que forneçam subsídios para a adoção de práticas conservacionistas capazes de promover a sua contenção.

As hipóteses explicativas para o fenômeno, segundo Suertegaray (1998), estão, de alguma forma, associadas à cobertura vegetal existente ou em formação. No entanto, atualmente pouco se conhece sobre a vegetação dos campos no sudoeste do RS. Sabe-se que um **areal** deve ser percebido a partir da sua relação com a vegetação submetida a interferências pelas práticas agrícolas e que, por isso, a vegetação nativa pode ser importante na reversão do processo de arenização e de sua preservação (Trindade, 2003).

Suertegaray (1987; 1998), afirma que a região caracteriza-se por uma paisagem extremamente frágil, em processo de constituição pedogenética e vegetal recente, em cujo espaço se instalam áreas arenosas. Suertegaray (1987; 1998) e Marchiori (1992), afirmam que a presença e a expansão dos areais no sudoeste rio-grandense é anterior aos primórdios da colonização e reside na fragilidade natural do ecossistema.

Não há quem não se surpreenda ao conhecer a região do sudoeste do RS e, particularmente, algumas áreas com a ocorrência de areais e de arenização. Suas características despertam curiosidade e interesse em compreender as causas da ocorrência de tal processo.

A diversidade da flora campestre é um incentivo para a busca de informações mais detalhadas sobre as espécies, em especial, de suas adaptações a esse ambiente tão distinto. No entanto, ao buscar tais informações, depara-se com a ausência delas, à exceção da citação de algumas espécies nativas em trabalhos, porém sem maiores detalhes sobre as mesmas. Constata-se que os vários estudos já realizados na busca de alternativas para reduzir ou resolver o problema, sempre desconsideraram a vegetação nativa local e, em geral, optaram pelo uso de espécies arbóreas exóticas de valor comercial, em especial, *Eucalyptus* sp. e *Pinus* sp., como alternativa de recuperação das áreas atingidas. Além disso, a prática de introdução de espécies exóticas vem sendo denominada de “reflorestamento”, como se estivessem sendo repostas as árvores que no passado foram removidas.

Essa prática foi e continua sendo considerada a principal alternativa para a contenção do processo e dela emerge o questionamento sobre os reais interesses quanto à adoção destas técnicas: a recuperação das áreas atingidas e/ou o aumento da renda na propriedade.

A ausência de informações sobre a florística local salienta a possibilidade da existência de espécies nativas que poderiam ser utilizadas em projetos de recuperação das áreas atingidas pela arenização e ainda, espécies com potencial medicinal e ornamental. Esta possibilidade poderia favorecer a utilização de espécies nativas na recuperação das áreas atingidas e a implantação de fontes alternativas de renda, como a produção em larga escala de plantas ornamentais e medicinais, com plano de manejo adequado às características do ecossistema local.

Tais situações indicam a necessidade de contribuir na compreensão do processo da arenização, através do estudo da vegetação nas áreas atingidas pela arenização. Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo principal de conhecer a composição florística e fitossociológica e as suas dinâmicas num período de variações estacionais e espaciais em parcelas de campos limpos do sudoeste do RS, cujos resultados poderão subsidiar práticas conservacionistas do ecossistema campestre.

Além deste, o presente trabalho tem como objetivos específicos:

- * Comparar a composição florística e fitossociológica de uma área em que não há sinais do processo de arenização com outra com o processo, buscando a melhor compreensão do mesmo;

- * Relacionar as alterações da cobertura vegetal com as características do solo, variações da precipitação e distância dessa cobertura em relação à encosta de um relevo tabular, em uma parcela do campo com arenização e em outra sem a ocorrência deste processo.

- * Determinar espécies vegetais nativas resistentes e sensíveis ao processo de arenização;

* Indicar espécies nativas com potencial medicinal, ornamental e de contenção do processo de arenização, contribuindo na elaboração de planos de manejo das áreas atingidas e na proposição de fontes alternativas de renda.

O levantamento florístico e fitossociológico da vegetação local se constitui numa importante ferramenta para atender a estes anseios, pois possibilita a compreensão das inter-relações entre espécies vegetais no espaço e no tempo. Além disso, permite o conhecimento da composição, estrutura, dinâmica, distribuição e relações ambientais da comunidade vegetal nos ecossistemas, bem como frequência e dominância das espécies ocorrentes.

Para tanto, foi realizada a análise comparativa da composição florística e fitossociológica de uma área de campo nativo submetido a pastejo contínuo, com porções do campo em diferentes situações quanto ao processo de arenização. Nesta área, localizada ao longo dos depósitos de encosta de um relevo tabular (cerro) e de fundo de vale, foram demarcadas duas áreas menores denominadas de subáreas 01 e 02. Na subárea 01 é verificado o processo de arenização enquanto que na subárea 02, o processo não é verificado.

As subáreas estão localizadas entre os quadrantes noroeste e sudoeste, na Fazenda de Anair Salbego Bem, município de São Francisco de Assis, na Bacia Hidrográfica do arroio Inhacundá, sudoeste do RS, entre as latitudes 29°00' S e 31°00' S e as longitudes 54°30' W e 58°45' W Gr (FIG. 1).

Os dados da vegetação das duas subáreas foram analisados pelos valores de cobertura, considerando o **tempo** (gradiente temporal) e a **distância da encosta** (gradiente espacial) como fatores de variação. Esses resultados foram relacionados com a análise das dinâmicas pluviométricas mensais (de janeiro/2004 a junho/2005) e das

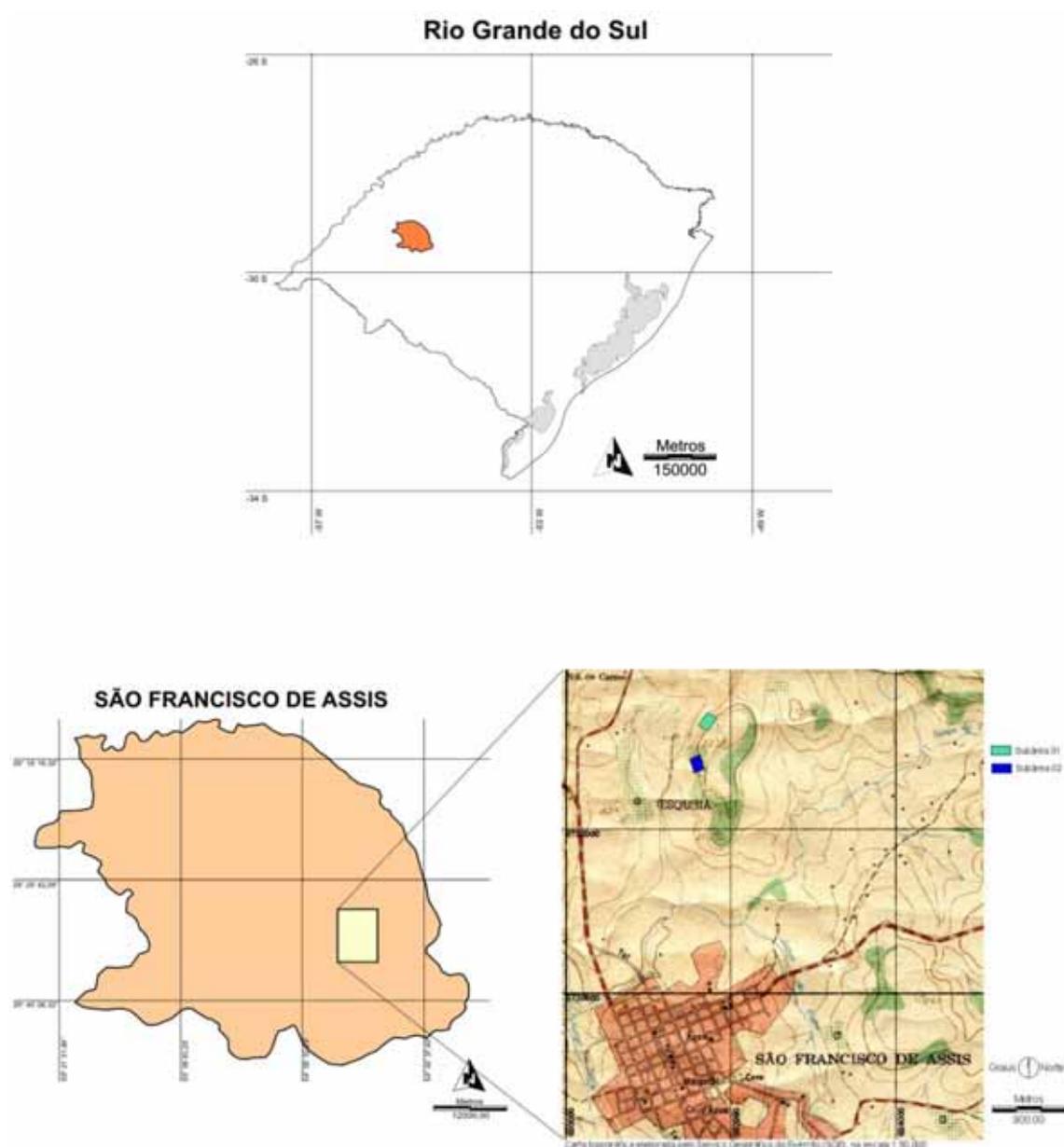
características pedológicas da área, capazes de interferir na composição florística e fitossociológica.

Dessa forma, o presente trabalho busca atender a necessidade de ampliar o conhecimento sobre os campos sulinos e sobre o processo de arenização no sudoeste do Estado. Além disso, busca auxiliar a adoção de estratégias de manejo e recuperação adequadas à delicada estabilidade do sistema ecológico local.

Assim, no primeiro capítulo é apresentada uma abordagem geral sobre a arenização nos campos do sudoeste do RS, as fragilidades do ecossistema local, a formação recente da cobertura vegetal existente, a ocorrência de processos hídricos e eólicos responsáveis pela remoção do solo e pelo conseqüente aparecimento das manchas de areia. Para finalizar, nesse capítulo o processo da arenização é apresentado como um processo natural, mas que tem se expandido como resultado da ação antrópica da sociedade local. No segundo capítulo são caracterizados os campos da Campanha Gaúcha de acordo com as classificações de vários autores, seguido da abordagem dos efeitos do pisoteio do gado sobre essa formação vegetal. O terceiro capítulo é específico sobre a área selecionada para o estudo, quando são apresentadas as características das duas subáreas, em especial, as características pedológicas, as alterações pluviométricas durante o período de estudo e a dinâmica da vegetação como resposta a essas condições ambientais. Assim, o terceiro capítulo é concluído com a apresentação da composição florística e fitossociológica nas duas subáreas e as dinâmicas da vegetação durante o período de estudo e a variação dessas composições em relação à distância em que elas se encontram da encosta do relevo tabular.

Os resultados obtidos contribuem significativamente na compreensão do processo da arenização, em especial, com relação a importância da vegetação na estabilidade do ecossistema campestre no sudoeste do RS.

FIGURA 1 – Localização do município de São Francisco de Assis, RS, e área de estudo.



FONTE: Serviço Geográfico do Exército – SGE, na escala 1:50.000. (Elaboração: Rafael Eckhardt, Museu de Ciências Naturais da UNIVATES, 2005).

CAPÍTULO 01

A DINÂMICA DOS AREAIS

A natureza tomada abstratamente e, por consequência, separada do homem, “é nada para o homem”. (Quaianni, 1979)

1.1 Referências iniciais

A partir da década de 1970, a região da Campanha Gaúcha, no sudoeste do Estado, começa a ser vista como área sujeita a processos de “desertificação” em razão da divulgação pela imprensa dos primeiros trabalhos realizados na época. Esses trabalhos tratam a paisagem como sendo a de um “deserto” e o processo como “desertificação”, associando-o a causas antrópicas, como a pecuária, através do superpastoreio, e a agricultura, através da expansão da lavoura da soja e da mecanização. Desde então, inúmeros trabalhos são realizados na região com o intuito de explicar a gênese dos areais e apontar propostas de recuperação dos mesmos.

Bellanca (2002) faz um resgate da bibliografia que trata sobre a gênese dos areais no sudoeste do RS e aponta, como primeira atividade, por iniciativa da Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente, a viagem de estudos *in situ* do engenheiro agrônomo Copérnico de Arruda Cordeiro e do geógrafo Lúcio de Castro Soares, realizada em outubro de 1975. Com a finalidade de colher dados e informações sobre a ocorrência de exposições de areia resultantes da erosão superficial nos solos

arenosos, os autores fazem interpretações sobre relevo, clima, economia e gênese dos areais.

Dessa viagem resulta o trabalho “*A erosão nos solos arenosos da região sudoeste do Rio Grande do Sul*” onde, Cordeiro e Soares (1975) afirmam que o excesso de pastoreio poderá liquidar a pastagem, transformando o campo em deserto e que a utilização agrícola mal orientada poderá conduzir uma área à situação semelhante. Desta forma, os autores conduzem à concepção de que a gênese dos areais está relacionada diretamente à ação antrópica, em especial, ao superpastoreio. Identificam o pisoteio do gado, a queima anual dos pastos, a erosão pluvial, as camas de areia (uso do gado) como pontos de partida para as manchas de areia.

Com o apoio da Secretaria da Agricultura do governo do Estado do Rio Grande do Sul, o engenheiro florestal João José P. de Souto implantou, a partir de 1976, o projeto-piloto denominado “*Deserto de São João, município de Alegrete – RS*”. Esse projeto resultou no livro “*Deserto, uma ameaça? Estudo de desertificação da fronteira sudoeste do RS*” de sua autoria. Souto (1984) denomina o processo de desertificação e as manchas de areia, de desertos. Considera que a região é propícia à degradação, porém enfoca que a intensificação dos núcleos de desertificação é motivada pelo plantio intensivo da soja. Para integrar as áreas ao processo produtivo, sugere a semeadura da flora existente aproveitando a fertilidade natural do solo. No entanto, em seu projeto foram plantadas mudas de eucalipto e de pinus como alternativa de recuperação do Deserto de São João.

Suertegaray (1987), em sua tese de doutorado “*A trajetória da Natureza: um estudo Geomorfológico sobre os Areais de Quaraí/RS*”, analisa os conceitos de desertificação e as características da região e considera o termo desertificação como inadequado para explicar os processos observados. Justifica afirmando que a região não

se constitui em uma zona árida ou semi-árida e que não há evidências de que o clima regional, atualmente úmido, estaria mudando para um clima do tipo semi-árido ou árido. Um estudo preliminar do potencial climático do sudoeste do RS, realizado por Verdum (1997), revela uma pluviometria anual em média de 1.400 mm, o que assinala a inexistência de condições de aridez.

Suertegaray (1987) também realiza uma pesquisa sistemática sobre o tema com a preocupação de identificar os areais e sua gênese, revelando informações até então desconhecidas. A autora dispõe sobre a fragilidade litológica da área de ocorrência dos areais e afirma que estes são de origem natural e que sua expansão decorre do uso que é feito deste espaço. Neste trabalho, Suertegaray passa a denominar as manchas desprovidas de vegetação de areal e o processo que leva à sua formação, de arenização, definindo-o como resultado do retrabalhamento de depósitos areníticos (pouco consolidados) ou arenosos (não consolidados).

Marchiori (1995), através do artigo “*Vegetação e areais no sudoeste Riograndense*”, menciona informações já citadas por Suertegaray em sua tese de doutorado. Para o autor, o termo deserto é inadequado e afirma que a região não é árida e deixa evidente que os areais são de origem natural.

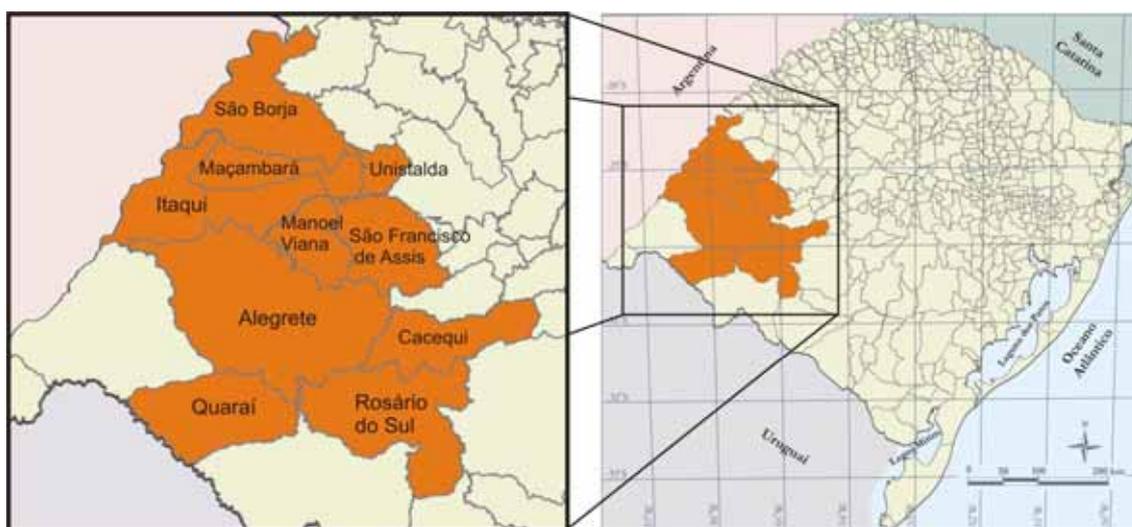
Em 1997, Verdum analisa o processo de degradação dos solos a partir dos anos 1970, considerando a monocultura e o superpastoreio. O autor constata que precipitações elevadas atingindo os solos e as formações superficiais com fragilidade estrutural, associada a uma vegetação herbácea pouco protetora, formam ravinas e voçorocas, retrabalhando os sedimentos juntamente com a ação eólica.

Em 2001 é lançado O “*Atlas da Arenização: sudoeste do Rio Grande do Sul*”, com o intuito de espacializar e divulgar as informações produzidas nos últimos 10

anos pelo Departamento de Geografia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

A arenização tem se manifestado no sudoeste do RS como um importante fenômeno de degradação ambiental, formando campos de areia e constituindo-se num problema ambiental de grande escala, com focos de ocorrência espalhados pelos municípios de Alegrete, Cacequi, Itaqui, Maçambará, Manoel Viana, Quaraí, Rosário do Sul, São Borja, São Francisco de Assis e Unistalda (FIG. 2) (Suertegaray, Guasselli & Verdum, 2001).

FIGURA 2 – Municípios do sudoeste do RS com ocorrência de arenização.



FONTE: Adaptação de Suertegaray, Guasselli & Verdum (2001); elaboração: Rafael Trevisan.

1.2 Fragilidades estruturais

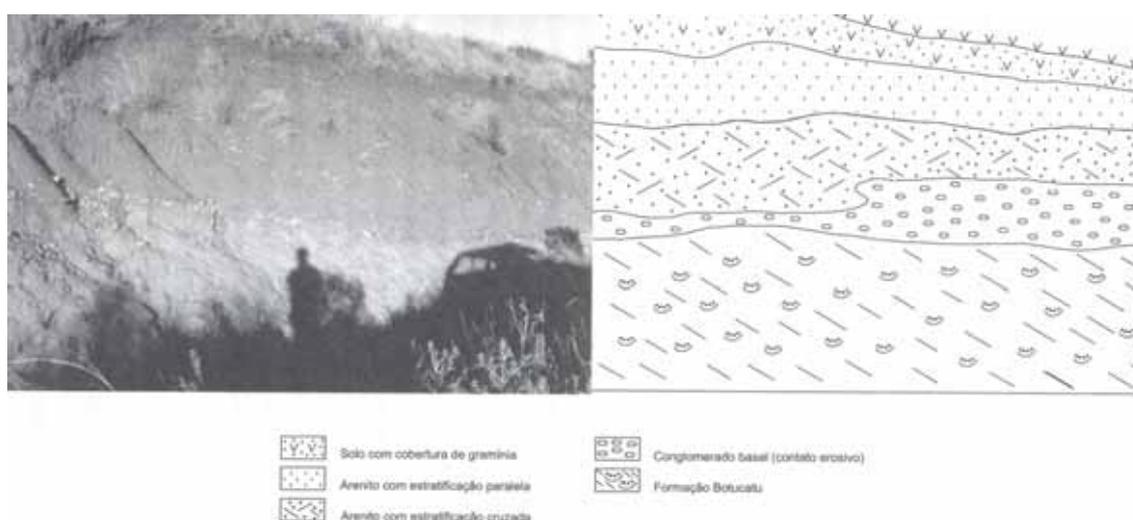
1.2.1 Fragilidades litológicas

Ao indagar-se sobre a distribuição dos areais em alguns locais da região sudoeste do RS, Suertegaray (1987; 1998) busca as respostas no aprofundamento do estudo geológico regional. Nessa busca, ela identifica, além das formações Botucatu e Serra Geral, formações superficiais assentadas sobre a formação Botucatu e, que se constituem no seu retrabalhamento, sob climas mais atuais do Quaternário. Suertegaray (1987; 1994; 1996; 1998) denomina essas unidades litológicas mais recentes, de *Unidade A* e *Unidade B*, indicando que os areais se constituem de formações geológicas mais recentes que a formação Botucatu. A autora explica que o retrabalhamento desses depósitos resulta de uma dinâmica morfogenética onde os processos hídricos superficiais, particularmente o escoamento concentrado do tipo ravina ou voçoroca, expõe, transporta e deposita areia, originando os areais que, em contato com o vento, tendem a uma constante remoção. A constante mobilidade desses sedimentos dificulta a fixação da vegetação.

Assim, ao estudar os areais de Quaraí/RS, Suertegaray (1987), afirma que, litologicamente, a região apresenta a formação Botucatu ocupando áreas mais rebaixadas, margeando as várzeas, com cotas entre 100 e 120 m, e áreas mais elevadas, acima de 160 m, geralmente sustentando rupturas de relevo. A formação Serra Geral, predominantemente basáltica, aparece na porção norte em altitudes superiores a 100 m; na porção sul, indicando o balizamento das “janelas de arenito”, e nos níveis mais elevados, mantendo topos de relevos em formações arenosas, como os relevos residuais. Capeando o Botucatu ocorrem as unidades A e B. Nas cotas inferiores a 100 m ocorrem os depósitos aluviais.

A Unidade A ocorre em cotas altimétricas de 120 a 140 m e recobre, por vezes, topos de colinas e fundos de vales, sobrepondo-se diretamente ao Botucatu. Trata-se de uma unidade fluvial, cuja seqüência se expressa pelo contato erosivo nítido com a formação subjacente, o Botucatu, seguido de um conglomerado basal com seixos envoltos em matriz arenosa, com cerca de 20 cm de espessura. Recobrimdo esta camada, há outra de constituição areno-argilosa. O recobrimento mais superficial, que corresponde ao solo, é de cor avermelhada, pouco espesso, sustentando uma cobertura de gramíneas (FIG. 3). A tendência à erosão nestes sedimentos promove a formação de ravinas que seguem linhas de fraturas, sendo estas mais intensas nos depósitos mais superficiais (Suertegaray, 1998). A seqüência deposicional indica variação ambiental, ou seja, passagem de um depósito fluvial para um depósito lacustre. Pelas características apresentadas, esta unidade é de ambiente com maior umidade, provavelmente pleistocênica (Suertegaray, 1987).

FIGURA 3 – Perfil estratigráfico da Unidade A – sedimentos depositados em ambiente fluvial.



FONTE: Suertegaray (1998, P. 45).

A Unidade B, segundo Suertegaray (1987), encontra-se em áreas topograficamente mais elevadas que a Unidade A, variando de 140 a 180 m. Caracteriza-se pela ocorrência de depósitos de arenito pouco consolidados e de deposição eólica, correspondendo a pequenas dunas, ora capeando a formação Botucatu, ora a Unidade A, sendo, portanto, de formação mais recente, em período de ressecamento do clima, provavelmente no Holoceno. Estes depósitos são constituídos de arenito fino a médio e praticamente não possuem argila, sendo altamente friáveis, o que facilita a desintegração (Suertegaray, 1987).

É provável que os depósitos da Unidade B correspondam a uma fase mais recente do Holoceno, quando precipitações não tão intensas e mal distribuídas permitiram uma evolução lenta da vegetação e uma atuação de processos eólicos em áreas descobertas (Suertegaray, 1987).

Em resumo, ao realizar a reconstituição paleoclimática do sudoeste do RS, Suertegaray (1998) estabelece a ocorrência de uma **fase úmida**, seguida de uma **fase de ressecamento climático** e, posteriormente, de uma **fase de umidificação mais atual**. A **fase úmida**, provavelmente no final do Pleistoceno, início do Holoceno, é caracterizada pela ocorrência de depósitos fluviais e lacustres encontrados sobre as formações areníticas mesozóicas (Formação Botucatu), denominados de Unidade A. Na **fase de ressecamento climático**, ocorrido durante o Holoceno, teriam sido depositados os sedimentos eólicos (Unidade B). A **fase de umidificação mais atual** compreende a efetiva colonização vegetal que passa a dominar a região.

Os areais ocorrem sobre esses depósitos arenosos não consolidados, assentados sobre o arenito da Formação Botucatu (FIG 4), portanto, sobre unidades litológicas frágeis com baixas altitudes e declividades, em colinas ou nas rampas em contato com escarpas de morros testemunhos (Suertegaray, Guasselli & Verdum, 2001).

O relevo se constitui num fator determinante da arenização, pois, associado aos substratos arenosos inconsolidados de deposição recente, ou seja, encostas longas e declivosas, favorece o surgimento dos areais, já que potencializa o poder erosivo de chuvas torrenciais (Suertegaray, Guasselli & Verdum, 2001). Segundo os autores, os areais ocorrem principalmente no contato abrupto entre duas litologias diferentes permitindo o escoamento das águas e o surgimento de ravinas e/ou voçorocas. Essa situação pode ser observada em zonas de contato entre morros de arenito silicificado e depósitos arenosos (FIG. 5).

FIGURA 4 – Depósitos arenosos não consolidados assentados sobre o arenito da Formação Botucatu, observados na borda de voçoroca, na propriedade Oliveira, localizada a 3,1 km a sudeste de São Francisco de Assis; Latitude 29°33'50'' e Longitude 55°06'30'' (02/08/2003).

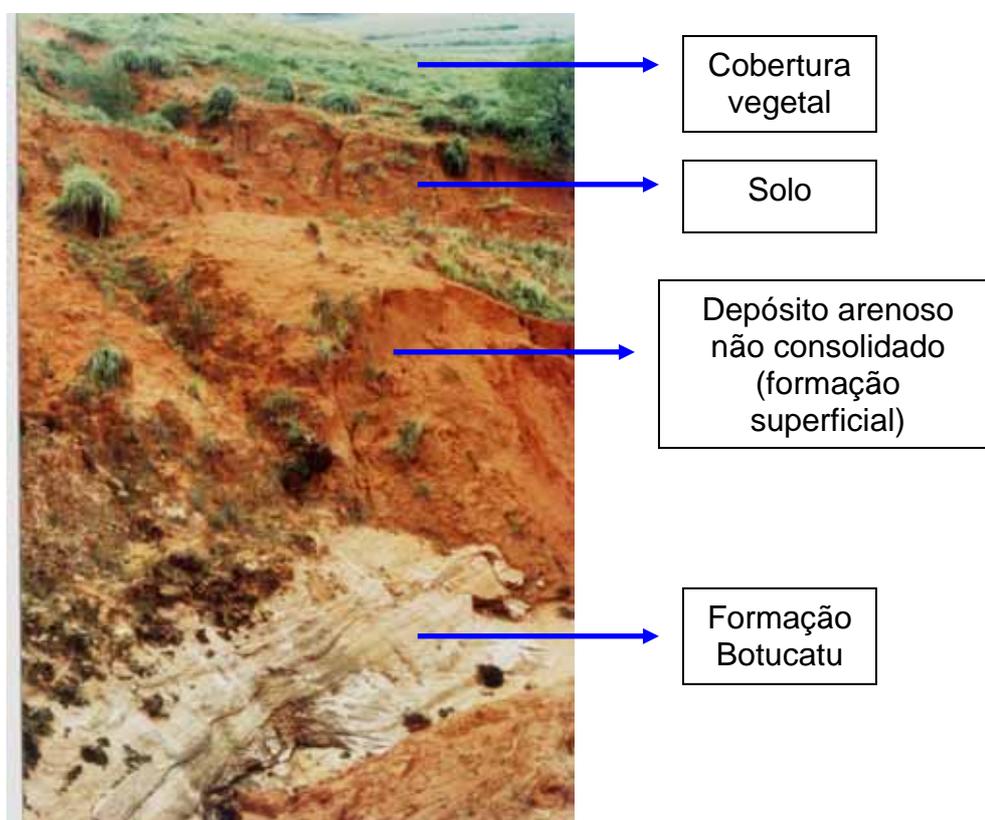


FIGURA 5 – Contato entre morro de arenito silicificado e depósitos arenosos no setor de estudo, com formação de ravinas (Foto de Vianeí Luis Diedrich, 19/09/2004).



1.2.2 Fragilidades pedológicas

Os processos geomórficos de desnudação sucessiva e o retrocesso das escarpas ocasionaram o rebaixamento da superfície regional soerguida por movimentos tectônicos, culminando com a formação de um pediplano, como morros residuais (Klamt & Schneider, 1995, p. 77-78). Os autores também citam que:

“Os morros residuais apresentam topos com afloramentos de rochas (de basalto ou arenito silicificado) e áreas com produtos de alteração do basalto ou do arenito Botucatu, onde ocorrem solos pouco desenvolvidos, cobertos com vegetação rala. As escarpas podem conter arenito silicificado ou não, enquanto nas encostas encontram-se depósitos coluviais arenosos”.

Klamt & Schneider (1995) concluem que os processos geomórficos e de intemperismo produzem sedimentos cuja textura está relacionada ao material de origem. Estes sedimentos, quando estabilizados pela cobertura vegetal, sofrem ação dos processos pedogenéticos e originam solos relacionados ao material de origem.

A alteração do arenito da Formação Botucatu e da fácies fluvial da Formação Rosário do Sul, encontrados na região da Campanha, constituem segundo Kern & Almeida (1986), as fontes dos sedimentos arenosos a partir dos quais, por pedogênese, desenvolvem-se os solos arenosos com diferentes características.

A formação e distribuição desses solos estão relacionadas à alteração do basalto da Formação Serra Geral e dos arenitos da Formação Botucatu e Rosário do Sul por processos geomórficos e pedogenéticos (Klamt & Schneider, 1995).

Verdum (2004) afirma que o solo, formado a partir do arenito Botucatu, é o mais pobre de todos os *terroirs* da região, apresentando textura arenosa e silte-arenosa de pH ácido, carências em P (fósforo) e em K (potássio) e um excesso em Al (alumínio).

Azevedo & Kaminski (1995, p. 67) consideram que os solos dos campos com areais “possuem forte limitação natural quanto à fertilidade e alta suscetibilidade à erosão, devido à pobreza de bases no material do qual se originaram e em razão de sua granulometria grosseira”. Trata-se de solos frágeis, cuja fragilidade se dá em razão da baixa capacidade de compensar as perturbações nos fluxos de troca com o ambiente. Para os autores, tal fragilidade é percebida pela precariedade na permanência da população vegetal que, ao ser eliminada, dificilmente se reinstala e pela baixa capacidade de fornecer e reter nutrientes, além da alta suscetibilidade à erosão hídrica e eólica. Suertegaray (1987, 1994, 1996, 1998) afirma que a constituição pedogenética e vegetal é recente, o que caracteriza a extrema fragilidade da paisagem.

Klamt (1994) *apud* Azevedo & Kaminski (1995), cita que os solos dos campos com arenização apresentam teores de argila que oscilam entre 6 e 12% e a acumulação de matéria orgânica varia de 0,1 a 0,7. Esses valores, segundo Azevedo & Kaminski (1995), conferem baixa resistência aos processos erosivos, tanto de origem

eólica como hídrica; imprimem reduzida capacidade de retenção de nutrientes essenciais ou de substâncias portadoras destes nutrientes, mantendo-os em níveis muito baixos ou insuficientes; dificultam o armazenamento de água, provocando déficits hídricos mesmo em curtos períodos de estiagem. Estas características do solo, associadas à ocorrência de ventos e à má distribuição das chuvas, apesar de atingir média anual de 1.400mm, criam condições para o aparecimento de processos erosivos. Esses processos erosivos estão inclusos, principalmente, na unidade de mapeamento de solos Cruz Alta (Latosolo Vermelho Escuro, com ocorrência de areias quartzosas, e também de solos Podzólicos das unidades São Pedro e Santa Maria), manifestando-se predominantemente sobre as formações superficiais (areias quartzosas), segundo Azevedo & Kaminski (1995).

A mobilização dos sedimentos pelos processos erosivos, associada à perda de nutrientes, dificulta a continuidade da pedogênese e a fixação da vegetação, resultando na formação dos areais, definidos por Suertegaray (1996), como depósitos arenosos com ausência de cobertura vegetal. Trata-se, segundo a autora, de um processo cuja seqüência evolutiva natural apresenta localização similar, correspondendo, em geral, aos divisores de água e/ou às médias vertentes limitadas à montante por uma escarpa arenítica.

O desenvolvimento de novos focos e a expansão do processo de arenização ocorrem sobre depósitos areníticos inconsolidados submetidos a uma interferência antrópica produtora de escarificações na cobertura vegetal e no solo, combinados com outros fatores, tais como intensidade e freqüência de chuvas e ventos e inclinação do terreno (Trindade, 2003).

O estudo sobre a caracterização e a disposição dos solos no setor de São Francisco de Assis e Manuel Viana, realizado por Klamt & Schneider (1995), fornecem informações importantes sobre as propriedades do solo e a fragilidade local. Baseado

nisso, Verdum (1997) afirma que a síntese das propriedades evolutivas, ou seja, de formação do solo, permite numerar e classificar as causas estruturais que intervêm no potencial florístico local.

Assim, numa escala regional e baseado no estudo de Klamt & Schneider (1995), Verdum (1997) classifica os solos do setor de São Francisco de Assis em quatro grupos:

- * Planossolos: solos que se encontram nos relevos pouco diferenciados, com energia fraca, típicos de planícies aluviais onde há excesso de água temporária ou permanente.

- * Latossolos: são solos profundos e permeáveis com alta suscetibilidade à erosão hídrica, localizados nos relevos pouco ondulados e com energia fraca, formados a partir de conglomerados do Botucatu ou basalto, apresentando textura que varia entre arenosa e argilosa.

- * Podzólicos: solos que se originam de materiais diversos e estão associados aos relevos ondulados de colinas; apresentam estrutura variável e podem ter percentual elevado de argila em profundidades, o que os torna suscetíveis à erosão hídrica.

- * Litossolos: solos associados aos relevos diferenciados, bem ondulados; apresentam o horizonte A pouco espesso e assentado diretamente sobre a rocha mãe ou sobre o horizonte C de rocha em decomposição, o material de origem pode ser bem variado e, quando originados do basalto, apresentam fertilidade natural.

Conclui-se que os solos dos campos com arenização são de formação recente, de baixa fertilidade e extremamente frágeis com tendência a processos erosivos. Tais características, associadas à presença de uma vegetação de formação recente, onde ocorrem manchas de solo exposto, à ocorrência de precipitações torrenciais e à adoção

de práticas agrícolas e pastoris inadequadas para as condições dos ecossistemas locais, têm contribuído para a degradação desses solos.

1.3 Modernidade da cobertura vegetal

No período compreendido entre o final do Pleistoceno e Holoceno, segundo Suertegaray (1987), os processos atuantes teriam forjado a formação de uma paisagem, constituída de grandes áreas cobertas de seixos, associadas a setores verticalizados de encostas entalhadas no arenito Botucatu e de campos de dunas de pequeno porte, localizadas em grandes baixadas e médias vertentes. Nessas condições do relevo, é provável que dominavam as paisagens vegetais abertas, com espécies xerófilas e de áreas sem cobertura vegetal (Suertegaray, 1987; 1995; 1998).

A modernidade da cobertura vegetal é citada por Suertegaray (1987; 1995; 1998) ao explicar que a umidificação do clima a partir do Holoceno médio e atual transformou as paisagens vegetais abertas com a presença de espécies xerófilas e áreas sem vegetação, em um tapete mais denso com a presença das matas de galeria ao longo dos vales e escarpas. A mudança climática teria progressivamente alterado o sistema morfogenético, intensificando-se os processos de entalhamento fluvial e os processos de convexização das vertentes, típicas de clima úmido. Assim, a autora caracteriza a região como uma paisagem extremamente frágil derivada de um paleoambiente semi-árido ou semi-úmido estepário que sofreu recente umidificação. No entanto, salienta que essa umidificação foi insuficiente para eliminar os vestígios da paisagem original, decorrente da sua constituição pedogenética e vegetal recente. Sendo assim, os campos são mantidos e estes conservam estruturas que indicam adaptações a um clima mais seco que o atual.

Partindo das hipóteses sobre a origem dos campos limpos do RS, Verdum (2004, p. 44) afirma que:

“(...) estes corresponderiam a uma formação herbácea dos estoques de vegetação do período geológico terciário (\pm 65 milhões de anos até 1 milhão de anos A. P.). Entre o Terciário e o Quaternário (\pm 1 milhão de anos A. P. até os dias de hoje), essa vegetação aberta, submetida às mudanças paleoclimáticas, seguem fases alternativas de expansão e retração. Essa vegetação caracteriza-se pela característica dominante de savanas e estepes.”

Segundo Ab’Saber (1995) e Kern (1991) *apud* Verdum (2004), a vegetação aberta foi associada a uma paisagem do tipo estepe herbácea pela existência de um clima mais seco e frio no continente sul-americano durante o fim do Holoceno (\pm 15.000 até os dias atuais). Verdum (2004, p. 45) complementa:

“Essa vegetação pode então progredir de um setor situado no norte ao noroeste da Argentina, conhecida como estepe arbustiva de Monte, em direção às depressões centrais sul-americanas e ao setor centro-ocidental do Brasil, incluindo as planícies do Rio Grande do Sul. Somente os vales úmidos dos cursos d’água na planície e das vertentes no planalto foram o espaço de desenvolvimento da mata. Mesmo se esta formulação é ainda considerada hipotética, ela assinala a existência de uma paisagem originalmente herbácea, em plena evolução botânica. Neste caso, os campos limpos podem ser considerados como sendo uma formação vegetal legada do passado, que continua existindo, mas corresponde mal á dinâmica atual associada a um clímax florestal”.

Marchiori (1992), ao explicar a fragilidade da paisagem pela reduzida agressividade da flora campestre na colonização dos areais, composta por indivíduos espaçados, deixando porções do solo desnudas (FIG. 6), também salienta a formação recente dos campos.

Klein (1984) salienta a riqueza de espécies que constituem a formação campestre, mantendo estruturas que possibilitam a adaptação a um clima diferenciado do atual. O autor relata que tais espécies apresentam dispositivos especiais, os

xilopódios, para armazenar substâncias nutritivas e oferecer resistência às secas e à ação do fogo. Estas estruturas se constituem, segundo o autor, em adaptações supérfluas para as condições atuais do clima. No entanto, afirma que tais adaptações podem representar relictos de ciclos climáticos anteriores e que merecem um estudo mais aprofundado.

FIGURA 6 – Porções de solo sem vegetação, vestígios da vegetação pré-moderna. Na foto, *Echinopsis oxygona* (Link.) Zucc. (Cactaceae) – 18/01/2005 – subárea 01.



Com relação às adaptações da vegetação local, Quadros e Pillar (2002) afirmam que a fisionomia dos campos vem sendo moldada pelas mudanças climáticas e efeitos antrópicos desde o final do Pleistoceno.

Marchiori (1992) menciona que a vegetação campestre no sudoeste do Estado e países vizinhos contrapõe-se às características climáticas, como precipitação pluviométrica e temperatura, já que as referidas condições atuais correspondem a um clímax florestal. A presença de tal formação é resultado de oscilações climáticas ocorridas num passado remoto.

Essa vegetação de constituição recente, com adaptações para sobreviver a um clima do passado, tem contribuído para a expansão dos areais, pois mantém uma descontinuidade espacial com a presença de manchas de solo exposto. Ou ainda, pode ser removida em razão da continuidade do clima úmido.

Outro aspecto relacionado à modernidade da paisagem diz respeito aos efeitos do pastejo do gado sobre as formações campestres. Nabinger, em entrevista concedida ao Núcleo de Ecojornalistas do Rio Grande do Sul, resgata as afirmações feitas por Lindman em 1870: “quando um gaúcho andava a cavalo no campo de manhã cedo, era molhado até a altura das coxas pela umidade e pelo sereno”. Com isso, Lindman evidencia o tamanho das pastagens na época e que, se comparados com os campos limpos atuais, constata-se que estes sofreram transformações como consequência do pastoreio do gado. No entanto, Nabinger complementa que “as transformações que ocorreram na fisionomia e nas características naturais do ecossistema pampeano não foram prejudiciais ao meio ambiente”.

1.4 Processos hídricos e eólicos

A interpretação dos estudos geomorfológicos, associada à dinâmica hídrica e eólica, indica que os areais resultam de processos hídricos (FIG. 7), relacionados a uma topografia favorável, pois permitem, inicialmente, a formação de ravinas e voçorocas. Na continuidade, ocorre o alargamento de suas bordas por erosão lateral e regressiva. À jusante, em decorrência do transporte de sedimentos pela água durante chuvas torrenciais, formam-se depósitos arenosos em forma de leque que se agrupam originando um areal. O vento ocasiona a ampliação desse processo ao movimentar essa areia por todas as direções (Suertegaray, Guasselli & Verdum, 2001).

FIGURA 7 – Erosão provocada por processos hídricos no contato abrupto entre litologias diferentes, movimentando grande quantidade de sedimentos (Fazenda de Anair Salbego Bem - 06/06/2005).



Ao analisar o processo de degradação dos solos do sudoeste do RS, Verdum (1997) resgata dados climáticos e constata que precipitações elevadas (acima de 110 mm/dia) atingindo as formações superficiais com fragilidade estrutural e com vegetação herbácea pouco protetora, seriam responsáveis pelo desencadeamento da degradação dos solos. Essa degradação provoca a formação de ravinamento e voçorocamento, retrabalhando os sedimentos juntamente com a ação eólica. Precipitações diárias, que podem atingir mais de 145 mm nos meses de inverno e outono, constituem características do clima do sudoeste do RS que induzem aos riscos de processos morfogênicos através de erosão superficial direta (Verdum, 1997). Com a intensificação do uso agrícola, a erosão hídrica passa a ser o fator determinante da evolução do processo de arenização, sendo ineficiente a cobertura vegetal mantida (Trindade, 2003). Sendo assim, a origem dos areais estaria associada à intensificação do escoamento superficial concentrado em clima úmido, em região pouco vegetada.

Suertegaray (1987) indica a possibilidade de que a origem dos areais esteja associada à intensificação do escoamento em zona de contato entre o arenito Botucatu, que sustenta as vertentes de maior inclinação, e a Unidade B, que constitui vertentes de menor declividade.

Assim, os areais seriam o resultado, segundo Suertegaray (1987), da atuação de processos de clima úmido retrabalhando formações superficiais características de clima semi-árido ou semi-úmido de um passado recente. Segundo a autora, tudo indica que a constituição da paisagem e em particular, a pedogênese e a cobertura vegetal, dado ao curto espaço de tempo, favorecem a fragilidade atual, permitindo o retrabalhamento e a exposição deste substrato.

A dinâmica dos areais, segundo Suertegaray (1987, 2001) e Ab'Saber (1995), é determinada, em grande parte, pela ação dos ventos no transporte de sedimentos, condicionando a vegetação do entorno dos areais ao freqüente soterramento. Para Trindade (2003), em areais manejados sob pastoreio, isso conduz a uma redução do número de espécies, da abundância-cobertura das espécies e do mantilho. Em contrapartida, provoca o aumento de substrato exposto.

O processo contínuo da arenização, sob clima úmido, não permite a recolonização da área e aumenta a sua ocorrência, pois desvegetada torna-se mais sujeita à atuação dos processos eólicos. Estes, segundo Medeiros, Robaina & Cabral (1995), se constituem numa causa de degradação, porque as partículas de solo são transportadas pelas águas das chuvas para lugares mais baixos onde se depositam e soterram os vegetais encontrados (FIG. 8). Uma vez desidratadas pelos raios solares e pelo vento, as partículas são transportadas, formando depósitos arenosos (Medeiros, Robaina & Cabral, 1995) (FIG. 9).

Para Trindade (2003), o processo de arenização pode ser definido pela morte de plantas e sua substituição por material morto e substrato exposto. Há uma gradual redução na complexidade e diversidade da vegetação e aumento de substrato exposto até 100%.

A contribuição dos processos hídricos e eólicos no processo de formação dos areais é evidente, no entanto, é preciso buscar explicações para o início do processo, ou seja, o que desencadeia a remoção do solo. Os fatores que determinam a remoção do solo e o conseqüente soterramento de manchas do campo podem ser naturais, estando relacionada à formação pedológica de extrema fragilidade, à cobertura irregular da vegetação e à dinâmica pluviométrica e/ou ter influência antrópica através do manejo inadequado do superpastejo e do cultivo agrícola com adoção de técnicas inadequadas à fragilidade do ecossistema local.

FIGURA 8 – Areia transportada e depositada nas partes mais baixas. Estes, quando desidratados, são removidos por processos eólicos (Fazenda de Anair Salbego Bem - 06/06/2005).



FIGURA 9 – Ação do vento cobrindo a vegetação com a areia, na borda do areal (Fazenda de Anair Salbego Bem - 02/08/2003).



1.5 Processo natural X interferências da(s) sociedade(s) humana(s)

No setor de contato da Depressão Periférica com o Planalto do RS visualiza-se uma paisagem e uma dinâmica do meio que não correspondem à ação direta do clima. Tal situação conduz à interrogação sobre a possibilidade da existência de outros inibidores potenciais capazes de contribuir no desequilíbrio deste meio, assim como possíveis intervenções provocadas pela sucessão de sociedades humanas na história da ocupação desta paisagem (Verdum, 2004).

Ao analisar as características climáticas, pedológicas e litológicas do sudoeste do RS, Suertegaray (1987, 1994, 1996, 1998) afirma que o processo da arenização é de origem natural, podendo ser intensificado pelas atividades pastoril e agrícola. A sociedade local, ao ignorar a fragilidade da paisagem e adotar práticas insustentáveis, tem contribuído para a regressão no processo de construção pedológica.

Suertegaray (1987, 1994, 1996, 1998) & Marchiori (1995) argumentam a origem natural dos areais, afirmando que a presença e a expansão destes no sudoeste do

RS é anterior aos primórdios da colonização e reside na fragilidade natural do ecossistema. No entanto, a ação das atividades dos produtores locais tem agravado o processo erosivo e contribuído na ampliação gradativa das áreas de vegetação rarefeita e dos campos de areia.

Ao justificar a origem natural dos areais, Suertegaray (1987; 1998) toma, como referência, registros históricos anteriores à ocupação dessas terras. É o caso do naturalista alemão Ave-Lallemant que esteve no RS antes de 1858 e faz referência a um deserto em Alegrete:

“A lua um pouco velada, deitava um clarão turvo sobre a região. Subitamente, em torno de nós tudo parecia branco. Crer-se-ia viajar num campo de neve. Em volta, a areia pura, limpa sem nenhuma vegetação, verdadeiro deserto africano embora de pouca extensão (...)” (Suertegaray, 1998, p. 50).

E de Rambo que, em 1942, afirmou:

“Em alguns lugares mais altos e planos depara-se-nos um fenômeno único em todo o Rio Grande do Sul: areais de muitos hectares de superfície no meio do campo, como verdadeiras dunas continentais: é como se a paisagem quisesse conservar uma lembrança do que foi toda esta região nas longínquas eras do triássico, quando ainda não existia a valente flora do campo para subjugar os areais” (Suertegaray, 1998, p. 50).

Além dos registros históricos de viajantes e de depoimentos de moradores, Suertegaray (1987, 1998) também explica a origem natural dos areais através de duas hipóteses, ambas relacionadas à vegetação: a) a modernidade da cobertura vegetal da área apresentaria descontinuidade espacial, permitindo a existência de manchas de areia e de lajedos; b) a existência de uma formação litológica recente, arenosa, não-compactada e inicialmente vegetada, cuja progressiva umidificação do clima, em períodos mais atuais, teria desvegetado e promovido o voçorocamento em locais mais vulneráveis. A continuidade do processo sob clima úmido não permite a

recolonização da área e aumenta a sua ocorrência, pois, desvegetada, torna-se mais sujeita à ação dos processos eólicos.

Klamt & Schneider (1995), ao estudar as características e a origem dos solos arenosos na região da Campanha, concluem que a origem dos areais é natural. Para os autores, os areais podem ser encontrados em três situações distintas: nas encostas dos morros residuais, recentemente afetadas pelos processos de intemperismo e por processos geomórficos; nas depressões da paisagem, com sedimentos arenosos oriundos da erosão hídrica das encostas, como resultado da baixa infiltração das águas nas cristas e escarpas com solos rasos e afloramentos rochosos; e ainda, pela remoção da cobertura vegetal decorrente do pastoreio excessivo e/ou cultivo agrícola realizado em solos com a presença de areias quartzosas distróficas e Latossolos de textura média. Na opinião dos autores, nas duas primeiras situações, o processo é natural, porém intensificado pela atividade antrópica, enquanto que esta, por sua vez, é responsável pela terceira situação.

Suertegaray (1998) conclui que os areais ocorrem sobre unidade litológica suscetível ao retrabalhamento, porém a ocorrência de novos areais, de menor expressão e mais recentes, estão associados à atividade antrópica.

Nabinger (2005), na entrevista ao Núcleo de Ecojornalistas, afirma que a primeira pressão antrópica sobre o ecossistema dos Campos Sulinos ocorreu quando começou a cedência de terras por parte da Coroa, no sistema de sesmarias, e grandes extensões de terras começaram a ser cercadas, mantendo o rebanho no seu interior, até então, criado solto no campo, sem manejo humano. Essa prática impediu que o gado migrasse para regiões mais distantes, aumentando a pressão do pastejo que antes não existia. Ao ser questionado sobre o início da pecuária e de que forma ela se consolidou, Nabinger comenta que:

“As propriedades começaram a ser delimitadas e a se subdividir em grandes poteiros. Posteriormente, se subdividiram cada vez mais em campos. Esses processos resultaram em um novo aumento da pressão antrópica sobre esses campos, os quais eram cobertos por espécies cespitosas de porte alto, pouco tolerantes ao pastejo e ao fogo”.

A atividade antrópica está relacionada diretamente ao pisoteio do gado (FIG. 10) e ao uso da maquinaria pesada na atividade agrícola que, segundo Suertegaray, Guasselli & Verdum (2001), é favorecida pelo espaço aberto dos campos limpos, pois estes permitem o desenvolvimento de atividades agrícolas ligadas à exploração extensiva das pastagens e das culturas (Verdum, 2004). Essas práticas originam sulcos e desencadeiam condições de escoamento concentrado que resultam na formação de ravinas e voçorocas, processos associados à origem dos areais (Suertegaray, Guasselli & Verdum, 2001).

Paralelo a isso, Verdum (1997) destaca que a expansão das lavouras de soja provocou a redução da área destinada ao pastoreio nas propriedades e o conseqüente aumento do efetivo bovino durante o período de 1970 a 1985. Salaria que essa situação elevou a densidade do gado nas áreas de pastoreio em relação aos anos anteriores, em áreas onde as gramíneas apresentam, na sua maioria, fraca resistência ao pisoteio. De acordo com o autor, o aumento da densidade do gado, associado à fraca resistência das gramíneas ao pisoteio, tem contribuído para o aumento da arenização a partir de então.

A expansão dos areais constitui um sério problema ecológico, pois além de comprometer a produtividade dos campos, tem promovido a eliminação de uma diversificada e complexa comunidade vegetal que merece conservação (Marchiori, 1995). No entanto, o autor considera que a recomposição das áreas atingidas somente será possível mediante a intervenção do próprio homem, com base no conhecimento

abrangente do meio e na adoção de práticas compatíveis e cientificamente fundamentadas.

Trindade (2003), ao descrever a vegetação campestre no entorno de areais, afirma que o desenvolvimento de alternativas de prevenção e revegetação dos areais passa necessariamente pelo entendimento da dinâmica dos areais já existentes. Segundo o autor, um areal deve ser percebido a partir da sua relação com a vegetação natural submetida a interferências antrópicas. Por isso, a vegetação natural pode ser importante no processo de reversão e prevenção do processo de arenização. Complementa afirmando que a reversão da expansão do processo de arenização somente ocorrerá com a prevenção do surgimento de novos focos e com a revegetação dos areais. Além disso, salienta que é preciso valorizar a cultura local na busca de alternativas de revegetação dos areais, pois podem representar soluções viáveis e mais sustentáveis.

Para tanto, é preciso compreender o ecossistema dos campos com arenização, através do conhecimento de suas condições climáticas, em especial, as dinâmicas pluviométricas, e as características pedológicas que influenciam diretamente na composição florística local.

FIGURA 10 – A ação do pisoteio do gado em colina promove a remoção da cobertura vegetal e do solo, abrindo caminho para a ocorrência de ravina (Alegrete – junho/2005).



CAPÍTULO 02

CARACTERIZAÇÃO DOS CAMPOS DA CAMPANHA GAÚCHA

“O pampa merece ser declarado Reserva da Biosfera.
Ele é tão importante quanto o Pantanal,
apenas diferente”.
(José Lutzenberger)

2.1 A vegetação nativa regional

A região da Campanha fica localizada ao sul da escarpa do Planalto e faz parte da unidade geológica dos sedimentos permotriássicos do sistema sul-brasileiro, apresentando os morros tabulares de arenito, capeados de lençóis efusivos que se repetem em todo o território, como testemunhos (Rambo, 1956). O autor cita como elementos constituintes da vegetação da Campanha, a mata virgem, os capões, a mata arbustiva, os cordões de galeria, a mata palustre, a vegetação dos tabuleiros, os vassourais, o campo e o parque do espinilho. Para ele, o campo gramináceo é predominante e as demais formações quase desaparecem quando comparadas na fisionomia da paisagem.

Na região em que está inserida a área de estudo, os dados estruturais do Planalto e da Depressão Periférica permitem distinguir três recortes da paisagem: *terroir* dos campos limpos do alto Planalto entrecortados pelos valões e pelos vales encaixados; *terroir* dos rebordos inclinados e florestados do planalto; *terroir* dos campos limpos da Depressão Periférica, de colinas (coxilhas) e de morros testemunhos, entrecortados por valões e vales aluviais (Verdum, 2004).

O *terroir* a que pertencem as subáreas do presente estudo é o dos campos limpos da Depressão Periférica, caracterizado pela presença de colinas suaves e de morros testemunhos (tabulares), com substrato arenítico, exceto no caso dos relevos tabulares que apresentam os topos preservados, tanto pelo basalto como pelo arenito silicificado. Em seus vales úmidos que entrecortam as colinas suaves e os relevos tabulares, Verdum (2004) identifica três diferentes formações vegetais: os **campos limpos** do alto planalto e das colinas suaves, a **mata de galeria** dos vales úmidos e os **remanescentes florestais** sobre as bordas do Planalto e dos relevos tabulares.

Para Marchiori (1992), a vegetação nativa do sudoeste do RS ainda mostra o seu estado original, apesar dos reflexos da ação antrópica. Segundo o autor, essa formação é constituída basicamente por formações campestres e por matas, estas concentradas nas encostas dos chapadões de arenito e nas faixas que acompanham os principais cursos d'água, com uma gradual transição para o campo. O autor também cita a ocorrência isolada da formação do tipo Parque, constituído por um estrato arbóreo aberto, com a presença marcante de leguminosas e um denso tapete herbáceo onde dominam as gramíneas. Além disso, o autor menciona a presença de árvores esparsas no campo, pertencentes a um grupo limitado de espécies.

Os campos da região da Campanha se constituem na formação vegetal predominante e já receberam várias tentativas de classificação, indicando a existência de dúvidas sobre a sua formação, composição e características. Diante disso cabe aqui realizar uma revisão dos trabalhos que procuram caracterizar a vegetação campestre da região da Campanha.

2.2. Os Campos limpos da Campanha Gaúcha

A vegetação campestre do RS é resultado de processos biológicos como evolução, competição e migração (Boldrini, 1997). Apesar disso e de compor uma parcela significativa da diversidade ecológica do RS, correspondendo a 37% da superfície de todo o território do RS, o ecossistema de campos não tem recebido a devida atenção (Boldrini, 1997). Com relação a isso, Lindman (1906, pág 38) já afirmava:

“(...) os campos do Rio Grande do Sul são menos conhecidos em relação à sua florística, sua geografia e ecologia do que outras partes do Brasil igualmente populosas, como se pode concluir da literatura que trata deste estado mais austral do Brasil”.

A partir de observações feitas na expedição Regnelliana de 1892 pela América do Sul, Lindman (1906) relata que os campos apresentam vários aspectos, ora são puras planícies de gramíneas, ora estão misturados com pequenos arbustos, ou cobertos de moitas ou ainda, produzindo uma vegetação arborescente, baixa. Salientam que estes campos sempre são distintamente separados da mata e bem limitados, estendendo-se como uma rede de terrenos abertos.

O termo Campanha, para Lindman (1906), representa uma condição natural de grandes planícies, desprovida de matas. Considera como Campanha todo o “distrito campestre” abaixo do planalto cujos “limites botânicos não coincidem com os seus limites políticos”. Sugere que a criação de gado e de cavalos é a única “indústria” que exhibe resultados favoráveis na Campanha. O autor denomina os campos da Campanha de Campos Limpos, caracterizando-os como grandes extensões monótonas e estereotípicas.

A Campanha é, dentre as demais regiões naturais do RS, conforme Rambo (1956), a que mais ostenta o caráter do campo sul-brasileiro, pois é somente na

borda setentrional que a vegetação silvática chega a constituir mata virgem, deixando todo o resto à flora graminácea. Assim como Lindman (1906), Rambo também denomina esses campos de Campos Limpos.

Para Klein (1984), os campos são formados por um tipo de vegetação herbácea e contam com a presença de espécies das famílias das gramíneas, ciperáceas, leguminosas, verbenáceas, compostas e umbelíferas, entre outras, contrastando com o restante da vegetação florestal que cobre a maior parte do planalto, da costa atlântica e as bacias do Paraná e Uruguai no RS.

No intuito de uniformizar a nomenclatura fitogeográfica internacional, Teixeira & Neto (1986) consideram a vegetação da Campanha como homóloga a da Estepe dos climas temperados e, utilizando-se de uma classificação mundial de regiões fitoecológicas, situam parte dos campos do sudoeste como pertencentes à **Savana**, à **Estepe** e à **Savana Estépica** (FIG. 11).

O termo **Savana**, segundo Teixeira & Neto (1986), tem origem na América do Sul para designar formações graminosas mais ou menos ricas em árvores e arbustos. Os autores adotaram o termo Savana como sinônimo de Cerrado para as várias formações campestres originais nas áreas tropicais e subtropicais, intercaladas por pequenas plantas lenhosas até arbóreas. A região abrangida pela Savana, segundo a classificação dos autores, é a mais extensa e está amplamente distribuída nas diferentes regiões geomorfológicas do RS, em condições de clima estacional, solos rasos ou arenosos lixiviados, relevo geralmente aplainado, pedogênese férrica e vegetação gramíneo-lenhosa. A região da Depressão Central Gaúcha está localizada sobre terrenos suave ondulados a ondulados, em altitudes máximas de 300m, onde ocorrem solos podzólicos, distróficos e eutróficos, profundos, entremeados por depressões abaciadas do terreno. Nela predominam as hemicriptófitas, geófitas, caméfitas e raras terófitas,

representadas principalmente por espécies das famílias das gramíneas, ciperáceas, compostas, leguminosas e verbenáceas; as fanerófitas representadas por espécies lenhosas podem estar presentes em diferentes quantidades.

FIGURA 11 – Distribuição das formações campestres no RS, onde é possível verificar a ocorrência das formações **Savana**, **Savana Estépica** e **Estepe** na região da Campanha.

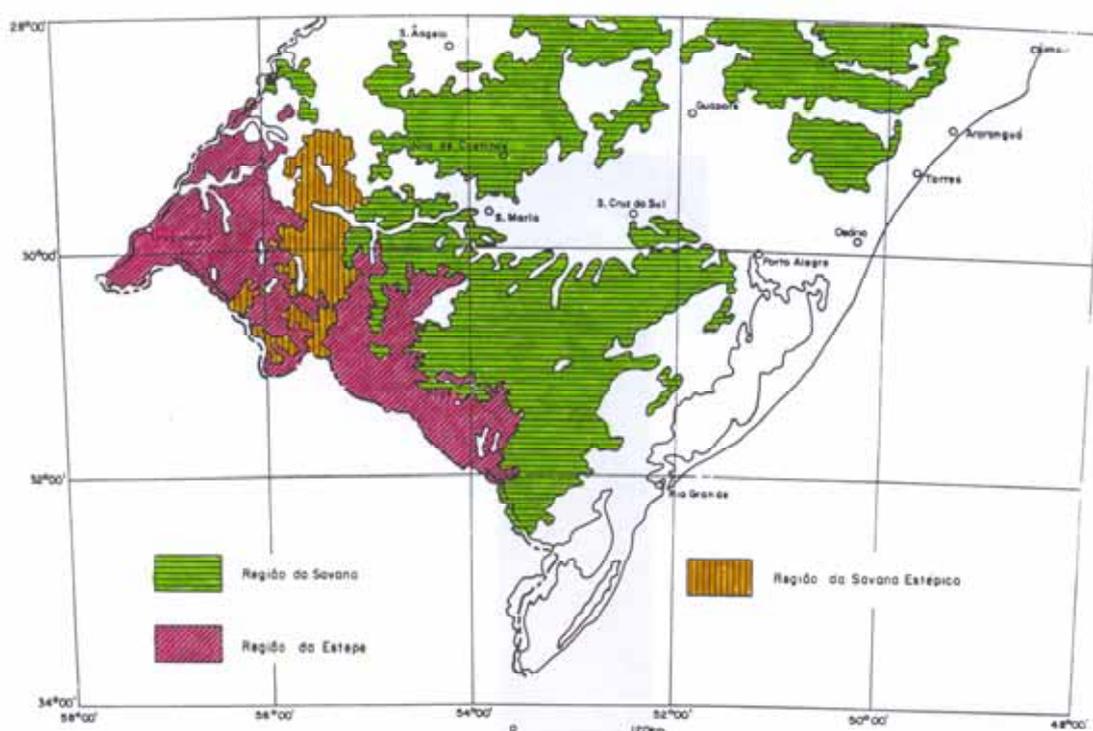


Fig. 4.13 – Mapa de localização de Savana, Estepe e Savana Estépica.

FONTE: Teixeira & Neto (1986).

Segundo os autores, a região da **Estepe** ocupa terrenos de topografia aplainada e suavemente ondulada, proveniente do derrame basáltico do Jurocretáceo no Planalto da Campanha e de sedimentos do Permiano e do Triássico na depressão do rio Ibicuí – rio Negro. Essa formação se caracteriza, segundo os autores, por uma vegetação campestre condicionada pelo frio do inverno e por um período subúmido e quente. É

constituída, principalmente, por espécies de gramíneas cespitosas, gramíneas rizomatosas, raras gramíneas anuais, oxalidáceas, leguminosas e asteráceas.

Teixeira & Neto (1986) consideram a vegetação neotropical de cobertura arbórea estépica com um tapete graminoso savanícola como homóloga à vegetação Paleotropical da África, e adotam o termo **Savana Estépica**, utilizado por Trochain em 1957 ao caracterizar tal formação vegetal na África. Esta formação, segundo os autores, está sob a influência de um clima de dupla estacionalidade, semelhante ao da região da Estepe. Para os autores, esta formação na região da Campanha ocupa terrenos de origem arenítica com diferentes formas de relevo, revestidos por solos arenosos, friáveis e distróficos, com baixa capacidade de retenção de água nos horizontes superficiais. A presença desta formação no território sul-brasileiro, completam os autores, é determinada por fatores litológicos que, quando condicionados ao clima, solo e relevo, permitem o desenvolvimento de uma vegetação xeromórfica adaptada a dois períodos de estacionalidade fisiológica. Estruturalmente, esta formação apresenta três sinúrias distintas: uma gramíneo-lenhosa contínua, savanícola; outra arbórea, xeromorfa e descontínua; e uma terceira, xerófita, também descontínua, constituída por caméfitas carnosas, representadas pelas cactáceas (Teixeira & Neto, 1986).

Apesar dos detalhes na descrição das três formações, é difícil distingui-las quando a região é percorrida, tornando a caracterização inadequada para a região. Da mesma forma, os termos adotados não correspondem às características da Campanha.

Marchiori (1995), ao descrever a vegetação dos campos suscetíveis ao processo de arenização baseia-se na classificação de Teixeira & Neto, denominando-a de Savana-estépica gramíneo-lenhosa. No entanto, em 2002, ao analisar as denominações dos Campos Sulinos, o autor reconhece que as tipologias de savana, estepe e savana-estépica merecem reparos. Isso porque esses termos se constituem num

atrelamento terminológico à nomenclatura fitogeográfica internacional aplicadas a vegetações muito distintas entre si, tanto fisionômico-estrutural como pelos aspectos fitoecológicos envolvidos. Além disso, os termos não são, propriamente, uma interpretação fundamentada nas respectivas formações campestres, causando dúvidas no reconhecimento das referidas tipologias num espaço relativamente pequeno e homogêneo. Para o autor, as diferenças florístico-estruturais dos campos sulinos refletem variantes edáficas muito mais do que efeitos climáticos substanciais, alternando-se freqüentemente em mosaico. Assim, diante da ausência de um sólido embasamento, o autor prefere a denominação tradicional de campos, como proposto originalmente por Lindman:

Em lugar do nome “savana” que nunca se ouve no Brasil, nem no Paraguai, Uruguai ou Argentina, e que pertence a uma região pequena (Guiana), uso, como toda a população indígena, o nome de “campos”, que me parece preferível na geografia botânica. Sigo neste ponto os autores dinamarqueses. Os autores alemães muitas vezes germanizam esta palavra para Kamp.

O termo *campos* é adotado por eminentes estudiosos da vegetação sul-brasileira. Boldrini (1997), ao caracterizar os campos do RS, descreve a Campanha como uma região de relevo plano, suavemente ondulado a ondulado, com aproximadamente 16.300 km², e com a presença predominante de espécies vegetais prostradas que cobrem bem o solo. Estas espécies são de bom valor forrageiro, constituindo uma vegetação baixa de extensas planícies, as quais, assim como Lindman, (1906) e Rambo (1956), denomina de Campos Limpos. Para a autora, a pecuária extensiva mantém esta vegetação num porte baixo, com predomínio de espécies rizomatosas e estoloníferas.

Diante do fato de que mais de 70% das colinas suaves na região da Campanha são cobertas pela paisagem herbácea dos campos limpos, Verdum (2004)

questiona se estes foram originalmente uma paisagem herbácea ligada aos inibidores estruturais ou são resultados da pressão agrícola das sociedades humanas sobre uma antiga paisagem florestal. As sociedades humanas ali instaladas agiram sobre essa cobertura vegetal, possivelmente através do desmatamento, do superpastoreio e da implantação de sistemas de culturas, nem sempre favoráveis à conservação dos solos.

A vegetação existente na região é composta principalmente por gramíneas que constituem uma cobertura vegetal baixa a média, formando campos semelhantes a estepes com influência direta no desenvolvimento dos processos erosivos e, conseqüentemente, no surgimento dos areais, pois não é suficiente para amortecer a queda das gotas d'água e a ação do vento, favorecendo a desagregação das partículas formadoras do solo local (Medeiros, Robaina & Cabral, 1995).

Para Marchiori (1995) os campos da área suscetível ao processo de arenização apresentam aspectos distintos do restante da Campanha. O solo profundo, arenoso e permeável favorece o desenvolvimento do sistema radicular que, por sua vez, possibilita o crescimento de uma vegetação diversificada, com predominância de gramíneas entremeadas por numerosas espécies de ervas e pequenos arbustos pertencentes às famílias das compostas, mirtáceas, leguminosas, verbenáceas, labiadas, euforbiáceas e ciperáceas. Essas espécies são constituintes do delicado ecossistema que deve ser conhecido em detalhes para embasar alternativas que visem a sua recuperação (Marchiori, 1995).

Entre essas famílias, Marchiori (1995) destaca a existência de um contingente de espécies dotadas de abundante pilosidade em suas folhas, flores e demais órgãos, a presença de óleos voláteis que conferem forte odor às suas partes verdes, a microfilia, bem como a presença de xilopódios e outros dispositivos subterrâneos como constituintes de adaptações morfológicas supérfluas nas condições climáticas atuais,

mas que testemunham a ocorrência de fases xerotérmicas no Quaternário desta região americana e atestando um caráter relictual a estes elementos da flora. Burkart (1975) *apud* Boldrini (1997), salienta que esse tipo vegetacional é resultado de processos biológicos e fazem parte do domínio dos campos temperados.

Porto (2002) afirma que esses campos são caracterizados pela presença de uma vegetação herbácea cuja fisionomia resulta dos fatores edáficos locais, pois as condições climáticas atuais são compatíveis para o domínio das florestas. Além disso, sofreram vários processos seletivos se configurando em adaptações para a redução da transpiração e da temperatura superficial, como por exemplo, a pilosidade e a consistência coriácea foliar, a presença de óleos e a redução da estrutura superficial das folhas. Atualmente sofrem a influência direta da pressão do pastejo e da prática do fogo que impedem o estabelecimento da vegetação arbustiva.

Esses campos são caracterizados, segundo Porto (2002), pela presença de uma vegetação herbácea cuja fisionomia resulta dos fatores edáficos locais, pois as condições climáticas atuais são compatíveis para o domínio das florestas. Além disso, sofreram vários processos seletivos se configurando em adaptações para a redução da transpiração e da temperatura superficial, como por exemplo, a pilosidade e a consistência coriácea foliar, a presença de óleos e a redução da estrutura superficial das folhas. Atualmente sofrem a influência direta da pressão do pastejo e da prática do fogo que impedem o estabelecimento da vegetação arbustiva.

Lindman (1906) já afirmava que a vegetação da Campanha apresenta adaptação a diferentes condições de vida: crescimento em lugar desabrigado, terreno quente e pobre em água e precipitação escassa, considerando-a como xerofítica, ou seja, composta por espécies com dispositivos para reduzir a transpiração. Dentre estes dispositivos, Lindman (1906) cita a existência de plantas com densa pilosidade; outras

com folhas coriáceas; com formas ou posições foliares que reduzem a superfície exposta à luz solar (folhas atrofiadas, estreitas, enverrugadas ou com a superfície foliar na posição vertical). Cita também a presença de óleos e essências com cheiro e paladar fortes que, além de repelir herbívoros, contribuem para a redução da transpiração, pois evaporam mais depressa do que a água, baixando a temperatura na face foliar. Os órgãos subterrâneos espessados (rizoma, bulbos, raízes tuberosas e xilopódios) servem, segundo o autor, como uma estratégia para armazenar água e nutrientes. As inflorescências em forma de capítulos, glomérulos ou espigas condensadas, se constituem numa importante adaptação, pois reduzem os efeitos da insolação e favorecem a polinização, já que suas inflorescências vistosas são facilmente descobertas pelos insetos. Quanto a esta última adaptação, Rambo (1956, p. 126) completa afirmando que “as espécies campestres ou tem flores isoladas, grandes e vivamente coloridas, ou flores pequenas reunidas em inflorescências brilhantes”. Para Rambo (1956, p. 126) “(...) os caracteres expostos, tomados no seu conjunto, definem a vegetação da Campanha, diferenciando-a de qualquer outra sociedade vegetal”.

O levantamento florístico realizado no presente trabalho (conforme capítulo 03 dessa dissertação) aponta a ocorrência de espécies com algumas destas adaptações. É o caso de *Senecio cisplatinus* (Asteraceae), um subarbusto anual, densamente tomentoso na base e hirtoglanduloso na parte superior dos ramos (Matzenbacher, 1998), deixando a planta com aspecto pegajoso, além de possuir inflorescência na forma de capítulos vistosos e coloridos (FIG. 12); *Stenachaenium riedelii* (Asteraceae) com densa pilosidade e presença de glândulas e longos tricomas na face ventral das folhas (Marodin & Ritter, 1997) (FIG. 13); *Eugenia pitanga* (Myrtaceae) que possui, além de folhas coriáceas como as demais espécies da família, raízes profundas (FIG. 14); *Vernonia brevifolia* (Asteraceae), com numerosas folhas

lineares (Matzenbacher & Mafioleti, 1994), como estratégia para reduzir a transpiração (FIG. 15); *Portulaca grandiflora* (Portulacaceae) com raízes engrossadas, folhas suculentas e flores isoladas e vistosas; ou ainda, dentre várias outras, *Parodia ottonis* (Cactaceae) com flor vistosa e caule especializado para armazenar reservas como água e nutrientes (FIG. 16).

FIGURA 12 – *Senecio cisplatinus* (Asteraceae) – espécie com óleo de forte odor e inflorescência na forma de capítulos vistosos e coloridos.



FIGURA 13 – *Stenachaenium riedelii* (Asteraceae) com intensa pilosidade, contribuindo para a redução da transpiração.



FIGURA 14 – *Eugenia pitanga* (Myrtaceae) que possui, além de folhas coriáceas como as demais espécies da família encontradas nas subáreas, raízes profundas.



FIGURA 15 – *Vernonia brevifolia* (Asteraceae) com folhas reduzidas, como estratégia para reduzir a transpiração.



FIGURA 16 – *Parodia ottonis* (Cactaceae) com flor vistosa, estratégia para atração de polinizadores, e caule especializado para armazenar reservas como água e nutrientes.



Entre os autores que listam as espécies dos campos com predisposição à arenização, destaca-se Marchiori (1995) e Trindade (2003). No entanto, Marchiori fica restrito aos principais gêneros e cita apenas algumas espécies que, no seu entendimento, destacam-se pela presença de adaptações supérfluas às condições climáticas atuais. Trindade cita a ocorrência de 53 espécies e 16 famílias na região onde ocorrem os areais, porém, esse levantamento foi restrito à borda do campo com os 11 areais estudados pelo autor.

Marchiori (1995) cita a família das gramíneas como dominante na estrutura horizontal e *Agrostis*, *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Chloris*, *Eleusine*, *Elyonurus*, *Eragrostis*, *Panicum* e *Paspalum*, como os principais gêneros da família nos campos sujeitos à arenização. Relata também a ocorrência, com maior ou menor intensidade, de espécies de ervas e arbustos pertencentes às famílias das compostas, mirtáceas, leguminosas, verbenáceas, euforbiáceas, labiadas e ciperáceas.

O levantamento florístico do presente trabalho (conforme capítulo 03) também apontou a família Poaceae (gramíneas) como dominante na área. Entre os gêneros com maior número de espécies, destacam-se *Paspalum*, com quatro espécies, *Eragrostis* e *Axonopus*, ambos com três espécies. Dentre os gêneros citados por Marchiori, não foi encontrada nenhuma espécie pertencente ao gênero *Agrostis*.

O numeroso contingente de mirtáceas rasteiras merece destaque, pois, segundo Marchiori (1995), em certos locais, a abundância destas plantas chega a ser responsável pela fisionomia de “campo sujo”. Em alguns locais as mirtáceas chegam a dominar áreas relativamente extensas do campo ou formar densas copas (FIG. 17 e 18). Estas espécies campestres são dotadas de robusto sistema subterrâneo, freqüentemente com xilopódio, e pequeno desenvolvimento da parte aérea, apresentando folhas pequenas, coriáceas, brilhantes ou revestidas de espesso indumento, indicadoras de

xeromorfismo (Marchiori, 1995). O presente levantamento constatou a presença de seis espécies campestres de mirtáceas, todas apresentando as características que indicam adaptação a um ambiente xeromórfico.

Trindade (2003) restringe seu estudo à vegetação existente na borda com os areais. Para o autor, a composição de espécies vegetais de um determinado local depende do clima dominante e da sua capacidade em tolerar distúrbios naturais e/ou antrópicos. Assim, a vegetação campestre em solos susceptíveis a arenização é constituída por espécies adaptadas a esse sistema, o que é claramente evidenciado em areais cuja comunidade vegetal desenvolvida é distinta do restante da vegetação campestre da região. Para o autor, as variações estacionais e anuais na precipitação e temperatura têm um papel central na dinâmica das populações no tempo, o que pôde ser constatado no presente trabalho.

FIGURA 17: Densa copa de um exemplar de *Campomanesia aurea* (Myrtaceae) no setor de estudo.



FIGURA 18 – Ocorrência de *Eugenia arenosa* (Myrtaceae), dominando uma extensa área de campo nas proximidades do setor de estudo.



Os padrões de variação na comunidade vegetal do entorno dos areais, percebida por Trindade (2003), configuram processos de substituição de populações que podem ser observados no espaço e no tempo, em diferentes escalas (Trindade, 2003). Para o autor, a ocupação ou liberação de espaços pelas espécies com uma maior ou menor tolerância ao processo de arenização é o que define o processo.

Ao analisar as descrições dos autores e pesquisadores citados sobre a vegetação campestre do sudoeste do Estado e compará-la com as observações em excursões pela região, conclui-se que o termo mais adequado e que mais se enquadra com as características apresentadas pela vegetação, é o de Campos Limpos, termo adotado por Lindmann (1906), Boldrini (1997), Rambo (1956) e Verdum (2004). As gramíneas apresentam o maior número de espécies e, dentre estas, espécies prostradas como *Paspalum nicorae*, *P. notatum* e *P. stellatum* são dominantes, como consequência do pastoreio. Destaca-se, também, a ocorrência de espécies dotadas de adaptações para

evitar a transpiração, o que consiste em estruturas supérfluas nas condições climáticas atuais.

Outra constatação relevante é a elevada biodiversidade de espécies constatada na área de estudo. O trabalho “Florística preliminar de um campo com arenização no município de São Francisco de Assis/RS” realizado por Freitas, Verdum & Boldrini (2005), apontou a ocorrência de 123 espécies distribuídas em 29 famílias botânicas, numa área de aproximadamente 12 ha. Esse número elevado de espécies comprova a origem natural dos campos.

2.3 Sistemas agropastoris nos campos limpos

O município de São Francisco de Assis, segundo Verdum (1997), está inserido numa região que reúne os maiores municípios em extensão, a maior concentração de terras e que apresenta o menor PIB e a menor densidade demográfica do Estado. A economia, por várias décadas até os anos 70, estava baseada na pecuária extensiva praticada em grandes latifúndios, sendo a agricultura pouco praticada (Klein, 1999 e Verdum, 1997). As áreas arenosas no estado do RS encontram-se localizadas na Campanha Gaúcha e se constituem na área de domínio da grande propriedade pastoril (Suertegaray, 1998).

Analisar as fases de ocupação do território nos permite avaliar a pressão que os modelos de exploração agrícola exercem sobre a biomassa vegetal e sobre o solo. No entanto, para que seja possível avaliar a pressão exercida sobre o meio, é preciso analisar as fases de ocupação do território através da diferenciação das formas de pressão agrícola nos processos históricos. Para tanto, é necessário identificar a persistência das heranças nas práticas agrícolas e examinar a intensificação dos processos produtivos das duas atividades agrícolas desenvolvidas na Depressão

Periférica: a criação de gado extensiva e a agricultura mecanizada especulativa (Verdum, 2004).

Segundo Verdum (2004), durante o lento desenvolvimento da evolução natural dos campos limpos, as sociedades humanas foram se instalando. Os conflitos e a indeterminação da fronteira política entre as coroas portuguesa e espanhola, antes do século XIX, não permitiram a organização de um espaço agrícola no RS. Antes desse período, não se pode reconhecer um território organizado a partir de uma base econômica que poderia representar uma identidade regional.

A base da organização atual do espaço rural no sudoeste do RS está ligada a uma tradição de pastoreio extensivo em grandes propriedades, tendo uma relação direta entre a rentabilidade e o número de hectares explorados (Verdum, 2004). Apesar da dominância do pastoreio até hoje, Verdum afirma que, atualmente, os criadores tradicionais dividem espaço com os agricultores vindos do Planalto vizinho a partir dos anos de 1970. Estes agricultores provocaram mudanças no modo de ocupação do espaço rural e na pressão sobre os campos limpos, como conseqüência da transferência e da aplicação de técnicas adquiridas sobre os solos mais férteis e melhores estruturados da região do Planalto. Como resultado, parte da vegetação nativa foi retirada e facilitou os processos erosivos, intensificando a degradação do solo (Verdum, 1997). Para o autor, a nova dinâmica provocou uma intensificação no processo da arenização.

A região sudoeste do RS, onde a economia básica é a atividade pastoril, comporta como elementos naturais incorporados pelo processo produtivo ao território, as coxilhas e os campos e se constituem nos recursos paisagísticos historicamente apropriados (Suertegaray, 1998). Para a autora, as coxilhas e os campos apresentaram as condições ideais para favorecer a engorda do gado deixado em abandono pelos jesuítas

espanhóis e foram palcos de reprodução do gado, elementos econômicos desde a formação do território até a fase atual.

Na região, a apropriação do território se expressa de formas diferenciadas. De um lado estão os proprietários de terras de base pastoril, reproduzindo a sua renda, através da produção extensiva de gado e do arrendamento de parcelas no interior da grande propriedade, ao mesmo tempo em que não incorporam capital ao processo produtivo para melhoria dos meios de produção. De outro lado, estão os pequenos produtores que tem a terra como meio de subsistência e que se apropriam da mesma para desenvolver a agricultura (Suertegaray, 1998).

O aumento significativo de maquinarias para cultivo do solo, o uso de insumos e atividades agrícolas intensivas, as queimadas, o aumento de área para a lavoura com a conseqüente redução de área para o gado caracterizam a pressão agrícola exercida nas últimas décadas, o que contribui com os processos erosivos e, conseqüentemente, para a degradação do meio, rompendo o equilíbrio natural (Klein, 1999).

A diminuição das áreas de campos promove um adensamento do gado em áreas reduzidas de campo nativo contribuindo, através do superpastoreio, para a redução gradativa das populações vegetais e da sua variabilidade genética até seu desaparecimento e conseqüente desestruturação da comunidade vegetal, pois atinge as gemas vegetativas das espécies palatáveis (Boldrini 1997).

Segundo Boldrini (1997), esta dinâmica modificou consideravelmente os limites desta formação, além da própria composição florística, substituindo de forma acentuada as espécies entouceiradas altas por outras prostradas.

A interferência dos produtores rurais, através da pecuária, do uso do fogo e da conseqüente retirada da cobertura vegetal original para a implantação da agricultura se constitui no motor da degradação dos solos locais (Verdum, 2004).

2.3.1 Os efeitos do pastejo sobre a vegetação campestre

Boldrini (1997), ao caracterizar a fisionomia e a problemática ocupacional dos campos do RS, cita a criação de ovinos e bovinos como atividade predominante na região da Campanha. A introdução dos primeiros rebanhos bovinos no RS, por volta de 1620, foram determinantes para a manutenção dos campos nativos gaúchos (A Granja, 1999). A razão para isso, segundo matéria publicada em “A Granja, a revista do líder rural” em setembro de 1999, é que a pressão imposta pelo gado criado solto sobre a vegetação, aos poucos, foi provocando o desaparecimento de espécies menos adaptadas ao pastejo. Com isso, continua a matéria, as gramíneas mais resistentes acabaram predominando. A ação dos índios ao realizar queimadas também contribuiu para a mudança na paisagem.

O pastejo é classificado como um agente de distúrbio biológico e, todo distúrbio, tem papel importante na geração e na manutenção de características como a diversidade específica e organização da comunidade (Souza, 1984 e Bazzaz, 1983 *apud* Boldrini & Eggers, 1996). O principal efeito do pastejo e da variação em sua intensidade é a perturbação provocada pelo pisoteio e pela remoção de material verde que propicia a abertura de pequenos espaços na comunidade contínua de dominantes (Pandey & Singh, 1991 *apud* Boldrini & Eggers, 1996).

Nabinger, citado em A Granja (1999), alerta que o problema gerado pelo pastejo é a continuidade de pressões inadequadas sobre a vegetação, pois pode

ocasionar o desaparecimento de espécies mais adaptadas ao pastejo, cedendo espaço para o surgimento de plantas não forrageiras.

O manejo de pastagens naturais exige técnica, já que qualquer erro pode conduzir a uma degradação do solo, ou seja, uma lotação elevada pode diminuir o número de espécies, deixando o terreno descoberto, por outro lado, a redução da carga conduz ao engrossamento do campo com o surgimento de arbustos e touceiras (A Granja, 1999).

Boldrini (1997) cita o superpastejo na região da Campanha como o maior problema que interfere na estrutura da vegetação, pois a alta pressão, especialmente pelos ovinos, atinge as gemas vegetativas das espécies mais palatáveis, provocando a redução gradativa das populações até seu desaparecimento. Como consequência, cita a ocorrência da redução considerável da variabilidade da vegetação, pois as espécies acabam sendo substituídas por outras de menor valor forrageiro ou invasoras. Essa desestruturação da comunidade vegetal, segundo Boldrini (1997), é responsável pela degradação do solo através da sua compactação, redução da infiltração de água e aumento do escoamento superficial, provocando a erosão.

Num estudo realizado na Índia, Sundriyal (1992) *apud* Boldrini & Eggers (1996) observou que houve considerável modificação na estrutura da vegetação em área com e sem influência do pastejo, após dois anos de avaliação. Constatou também que as gramíneas suportam alta intensidade de pastejo com mais facilidade do que as demais ervas.

Marchiori (1995), ao comparar os efeitos do pastoreio do gado na estrutura fitossociológica dos campos com áreas não pastejadas, percebe que o gado exerce uma ação homogeneizadora na paisagem natural, contribuindo para a redução populacional de numerosas espécies e a eliminação de outras. Constata também que as

espécies estoloníferas são favorecidas, dando ao campo a fisionomia característica de potreiro.

Boldrini & Eggers (1996) em trabalho realizado na Estação Experimental Agronômica da UFRGS no município de Eldorado do Sul, RS, com o objetivo de avaliar as modificações ocorridas em uma área de campo natural, após oito anos de exclusão de animais, verificaram que houve redução drástica na frequência das espécies rizomatosas e estoloníferas com a exclusão do pastoreio. Entre as espécies listadas pelas autoras e que sofreram considerável redução na sua frequência em relação ao levantamento inicial, duas também ocorrem nas subáreas do presente estudo: *Paspalum notatum*, espécie rizomatosa, e *Axonopus affinis*, espécie estolonífera. Entre as espécies que aumentaram a sua frequência, as autoras citam *Andropogon lateralis* (FA passou de 31% para 62%), de hábito cespitoso, e que também ocorre nas subáreas de estudo, porém com número muito reduzido de exemplares, não aparecendo nas unidades amostrais.

Pott (1974) *apud* Boldrini & Eggers (1996), em estudo de exclusão de pastejo por dois anos, verificou a redução nas espécies estoloníferas, rosuladas, geófitas (plantas que possuem órgãos de reserva subterrâneo ou são portadoras de rizomas ou raízes gemíferas) e terófitas (plantas de ciclo anual), paralelo ao aumento de gramíneas cespitosas.

Entre as espécies cespitosas que aumentaram a cobertura absoluta com a exclusão do pastejo, Boldrini & Eggers (1996), citam, além de *Andropogon lateralis*, *Eragrostis lugens*. Esta espécie ocorre nas duas subáreas do presente estudo, porém com frequência mais reduzida e formando touceiras muito pequenas, ao contrário do que as autoras constataram com a exclusão do pastoreio, sendo, provavelmente, mais uma consequência do pastoreio sobre a estrutura da vegetação.

Boldrini & Eggers (1996) verificaram que 42 espécies presentes em 1984 deixaram de existir em 1992 e 25 novas foram amostradas na área em 1992, tornando evidente a influência do gado sobre a composição de espécies. Em 1984 as espécies dominantes eram rizomatosas e estoloníferas com bom recobrimento do solo e em 1992, as espécies dominantes eram ervas cespitosas altas, capazes de intensificar o sombreamento da área (Boldrini & Eggers, 1996).

Trindade (2003) verificou que os areais manejados sob pastoreio mostraram um constante avanço do processo de arenização e que o mesmo não foi observado nos areais manejados sob exclusão do pastoreio.

Outro trabalho realizado na Estação Agronômica da UFRGS em Eldorado do Sul avaliou a dinâmica das formas de vida de uma vegetação campestre submetida a diferentes práticas de manejo e exclusão (Garcia, Boldrini & Jacques, 2002). Os autores constataram que houve elevação no porte da vegetação devido ao aumento da cobertura provocada pela presença de gramíneas com gemas ao nível da superfície do solo (hemicriptófitas), com o conseqüente decréscimo de espécies menores desta forma de vida, após um ano de exclusão.

Ao abordar a relação entre diversidade e aspectos como história, intensidade de pastejo e condições de umidade, Milchunas & Lauenroth (1998) *apud* Boldrini & Eggers (1996, p. 48-49) destacaram que

“a diversidade florística é menor em locais onde a intensidade de pastejo é baixa, devido à dominância das espécies cespitosas; em pastejo moderado, a diversidade é alta, devido às diferentes formas de crescimento (...); a diversidade declina novamente com pastejo pesado, pela dominância de espécies baixas, de crescimento vegetativo intenso”.

Tudo indica que o superpastejo nas áreas de estudo esteja promovendo a redução da diversidade e favorecendo a ocorrência de espécies baixas.

Boldrini & Eggers (1996) concluem em seu trabalho que a exclusão do gado promove a redução da riqueza florística, o aumento da cobertura vegetal e a modificação nas espécies dominantes, através do aumento na contribuição de certas espécies e diminuição de outras. Salientam ainda que com a exclusão do pastoreio, “as plantas rizomatosas e estoloníferas, presentes em grande escala são sobrepujadas por plantas cespitosas”. O efeito inverso é observado quando uma área com exclusão do gado é submetida ao pastoreio.

O substrato arenoso pouco consolidado, a pobreza em nutrientes e o baixo teor de matéria orgânica incorporada nos solos suscetíveis ao processo de arenização tornam esses campos ainda mais sensíveis aos efeitos do superpastoreio. Este, por sua vez, modifica a estrutura vertical dos campos nativos ao alterar a estabilidade do ecossistema e tornar o solo mais exposto à ação das chuvas (Marchiori, 1995). O autor acrescenta que o efeito abrasivo dos grãos de areia transportados pelo vento sobre as partes aéreas vegetais limita o desenvolvimento das plantas e contribui para o soterramento das mesmas. Dessa forma, a transformação fitossociológica resultante torna o ecossistema particularmente sensível ao processo de arenização.

CAPÍTULO 03

ARENIZAÇÃO, COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E FITOSSOCIOLÓGICA DOS CAMPOS LIMPOS DE SÃO FRANCISCO DE ASSIS/RS

“A ação antrópica ... acaba por
agravar os efeitos naturais da erosão,
ampliando gradativamente os chamados campos de areia”.
(Marchiori, 1995)

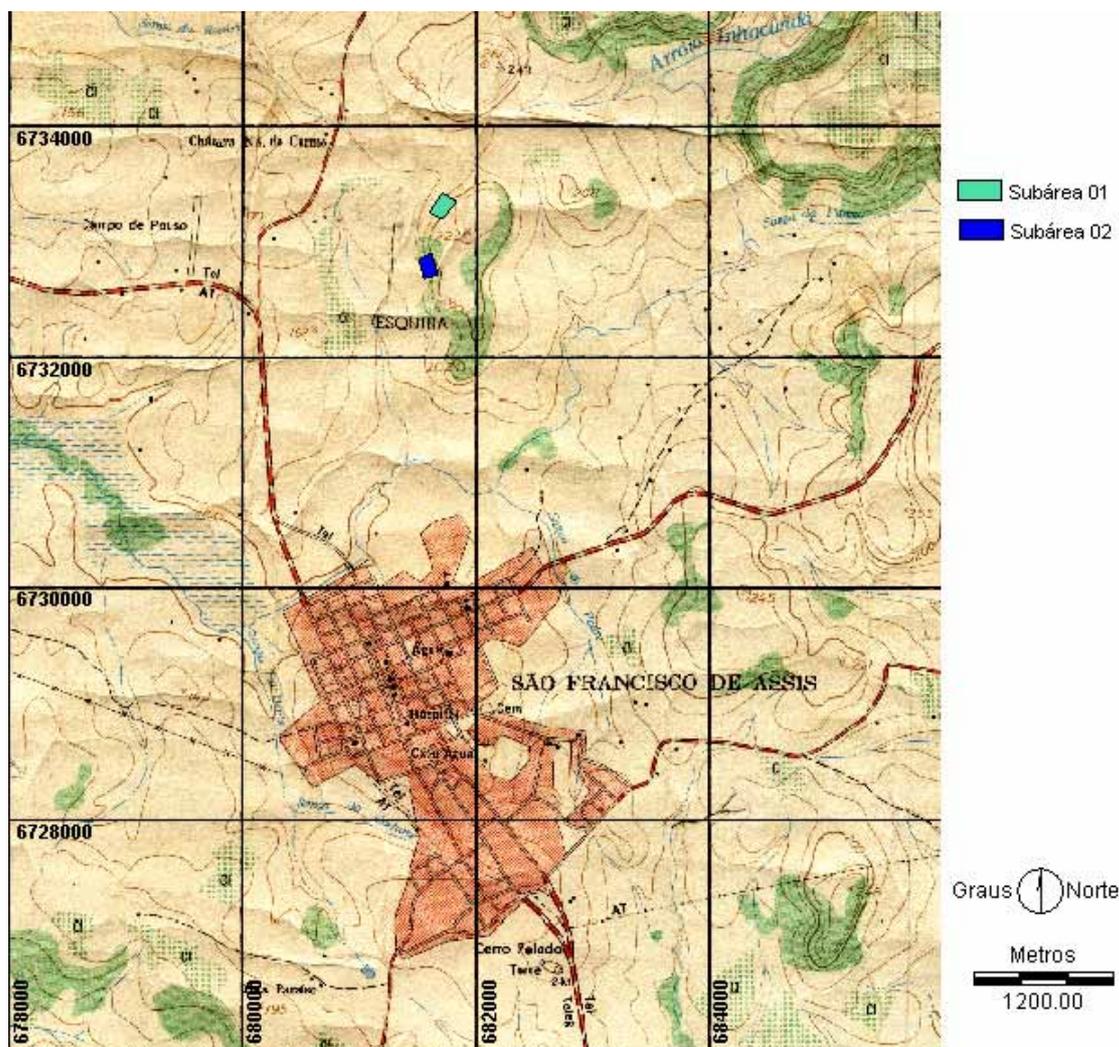
3.1 Características pedológicas das subáreas de campos limpos

A área selecionada para a realização do estudo florístico e fitossociológico está localizada na propriedade de Anair Salbego Bem, com 180 ha. Desse total, 82 ha estão arrendados e cerca de 03 ha são constituídos pelas encostas dos “cerros”, restando 92 ha, onde são mantidas 47 cabeças de gado na modalidade de pastejo extensivo contínuo.

As subáreas 01 e 02 foram delimitadas numa porção de campo da propriedade em planície formada a partir de depósitos arenosos da Formação Botucatu, que faz contato abrupto com a encosta de um relevo tabular (cerro) de arenito silicificado, com 222 m de altitude, conforme pode ser observado na Carta topográfica elaborada pelo Serviço Geográfico do Exército, na escala 1: 50.000 (FIG. 19).

As duas subáreas, com 2,5 ha cada uma, estão separadas por um areal (FIG. 20) e apresentam diferentes características com relação ao processo de arenização.

FIGURA 19 – Localização das subáreas 01 e 02.



Carta topográfica elaborada pelo Serviço Geográfico do Exército (SGE), na escala 1:50.000

FONTE: Serviço Geográfico do Exército – SGE, na escala 1:50.000.

A SUBÁREA 01 (FIG. 21), localizada entre os paralelos $29^{\circ}31'03,487''$ e $29^{\circ}30'55,63''$ S e entre os meridianos $55^{\circ}07'30,038''$ e $55^{\circ}07'30,332''$ O, faz contato com a encosta do relevo tabular cuja face está voltada para $N40^{\circ}O$, da qual, cerca de 20% apresenta rocha exposta, 30% é coberta por vegetação arbórea e, em torno de 50% apresenta uma cobertura vegetal esparsa, mesclada por grandes fragmentos de rocha arenítica e solo exposto. A porção de cobertura vegetal esparsa (50%) é constituída por plantas herbáceas, arbustivas e subarbustivas, pertencentes às famílias Poaceae, Asteraceae, Fabaceae, Bromeliaceae, Cactaceae, entre outras.

A SUBÁREA 02 (FIG. 22), localizada entre os paralelos 29°31'19,599'' e 29°31'20,624''S e entre os meridianos 55°07'32,452'' e 55°07'36,036''O, faz contato mais ao sul com a mesma encosta, no entanto, não são verificados os processos erosivos que constituem a arenização. A face da encosta que faz contato com esta porção do campo é completamente coberta por vegetação arbórea e está voltada para S20°O. Na borda inferior da mata que cobre a encosta ocorrem inúmeras espécies arbustivas e, principalmente por *Bromelia antiacantha* Bertol (Bromeliaceae de nome popular banana-do-mato), formando uma faixa consistente que contribui significativamente na proteção do solo contra os processos erosivos.

FIGURA 20 – No primeiro plano, o areal que separa as subáreas 01 e 02 e no segundo plano, encosta rochosa do relevo tabular com predominância de vegetação arbustiva e ocorrência de exemplares arbóreos (maio/2005).



FIGURA 21 – Subárea 01 (maio de 2005). No primeiro plano, campo onde foi realizado o levantamento fitossociológico e, no segundo, a encosta do relevo tabular com pouca cobertura vegetal.



FIGURA 22 – Subárea 02 (junho de 2005). No primeiro plano, campo onde foi realizado o levantamento fitossociológico e, no segundo, a encosta do relevo tabular com cobertura vegetal densa.



Ao questionar a proprietária sobre a origem do areal e do manejo na propriedade, a mesma afirmou que quando a fazenda foi adquirida, há 30 anos, já existia o areal, mas de tamanho muito inferior ao que atinge atualmente. Afirma também que nunca foi adotada nenhuma técnica para contê-lo. Assegura que nunca foi realizada a introdução de espécies campestres exóticas ou pastagens para favorecer a alimentação do gado, que “sempre” existiu na área, antes da família adquirir a propriedade.

As afirmações de Dona Anair são confirmadas por Joaquim Paz, proprietário da fazenda vizinha desde 1953, ao afirmar que nunca constatou o plantio de pastagens no local. Com relação à presença de gado, salienta: “Ah! ‘sempre’ teve gado aí!!” e, assim como a proprietária, completa mencionando que quando foi morar na fazenda, já existia o gado.

De acordo com as características dos solos regionais (Verdum, 1997), citadas no capítulo anterior, os solos das subáreas 01 e 02 são do tipo Latossolos, apresentando textura que varia entre arenosa e argilosa e com tendência à erosão. Nos Latossolos, a quantidade de argila é inferior a 20% e a acumulação de matéria orgânica (MO) é muito baixa, variando de 0,1 a 0,7% (Azevedo & Kaminski, 1995). Quanto ao teor de argila, os solos das duas subáreas pertencem, segundo EMBRAPA (1999), à classe textural 4 que compreende os solos com quantidade menor ou igual a 20% de argila.

As análises de solo (ANEXO 01), realizadas nas subáreas 01 e 02, apontaram 19 e 16% de argila e 0,8 e 0,7% de MO, respectivamente. A faixa ideal de MO para solos pertencentes à classe textural 4, segundo a Sociedade Brasileira de Ciência de Solo (2004), é de 2,6 a 5%. Esses baixos valores conferem às subáreas, segundo Azevedo & Kaminski (1995), um caráter extremamente fraco de resistência aos processos erosivos eólicos ou hídricos. Também imprimem ao solo propriedades físico-

químicas que se refletem na retenção, em níveis baixos ou insuficientes, de nutrientes essenciais. Além disso, dificulta o armazenamento de água, provocando consideráveis déficits hídricos, mesmo em curtos períodos de estiagem.

Estes solos, de textura arenosa, são associados majoritariamente ao material de origem da formação Botucatu e apresentam carências em P (fósforo) e K (potássio) e excedente em Al (alumínio), responsável, em parte, pelo pH ácido que varia de 4,5 a 6 (Verdum, 1997). Rovedder (2006), ao analisar o potencial de *Lupinus albens* H. et Arn. (Tremoço) (Fabaceae) na recuperação de campos degradados por arenização em Alegrete, RS, constatou a existência de um baixo percentual de argila, confirmando a classificação desses solos na classe textural 4. Além disso, mesmo em áreas de campo não degradado pela arenização, apontam baixa quantidade de MO, saturação de bases muito baixa e reduzida Capacidade de Trocas Catiônicas (CTC), além de baixas quantidades de P, K, Ca e Mg. A elevada saturação de Al, constada por Rovedder, assim como os demais parâmetros analisados, conferem com as análises realizadas no presente estudo.

A quantidade de cada elemento químico das subáreas 01 e 02 e as características químicas adequadas para solos pertencentes à classe textural 4, são apresentadas na TAB. 1.

Baseado na TAB. 1, a quantidade de P na subárea 01 é baixa e na subárea 02 é muito baixa. Isso resulta na baixa fertilidade do solo e dificulta o desenvolvimento das plantas. Com relação ao K, é preciso considerar, segundo a Sociedade Brasileira de Ciência de Solo (2004), os valores da CTC $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ efetiva e em pH7 (TAB. 1). Assim, na subárea 01, a quantidade de K está muito baixa, enquanto que na 02 está alto, favorecendo o desenvolvimento das plantas e, provavelmente, compensando a falta de P. As quantidades de Zn e B são suficientes nas duas subáreas, estando, segundo a

Sociedade Brasileira de Ciência de Solo (2004) dentro das médias ideais para o tipo de solo que ocorre no setor de estudo. A quantidade de Cu está baixa, mas não é preocupante (com. pes. Raffaelli, 2006). No entanto, a quantidade de Ca está muito baixa nas duas subáreas, o que reflete na saturação de bases e contribui para a saturação de Al. Quanto ao Mg, as análises de solo e a sua comparação com os dados de fertilidade, apontados pela Sociedade Brasileira de Ciência de Solo (2004), indicaram que a subárea 01 está deficiente em Mg, enquanto que a subárea 02, apresenta concentração dentro dos padrões, o que favorece o crescimento das plantas. A quantidade de Na nas duas subáreas é desprezível, também contribuindo na saturação de Al.

Quanto à CTC em pH7, cujo padrão para o tipo de solo do setor de estudo deve ser, segundo a Sociedade Brasileira de Ciência de Solo (2004), de 5,1 a 15, a subárea 02 tem boas condições para o desenvolvimento das plantas. O mesmo não ocorre na subárea 01, pois esse valor é muito abaixo do ideal (2,7).

As análises de solo apontaram, 0,4 e 0,2 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ de Al, respectivamente, para as subáreas 01 e 02. Esse valor na subárea 01 pode ser considerado baixo, mas comparado com os outros elementos (Ca, Mg, Na, S, Cu, Zn, B e Mn) contidos no solo, a saturação em Al é alta, chegando a 44,4%, ou seja, apresenta saturação de Al muito maior que a saturação de bases. O excesso de Al, presente na solução do solo, aprisiona as bases, provoca queda na atividade biológica global e exerce ação tóxica direta no desenvolvimento das raízes de algumas plantas. Além disso, associado à grande quantidade de H (hidrogênio), exerce ação antagônica na absorção dos cátions básicos, cuja intensidade na capacidade de retenção reforça o caráter ácido dos solos (Verdum, 1997; com. pes. Raffaelli, 2006).

TABELA 1: Resultados obtidos nas análises do solo das subáreas 01 e 02 com as quantidades adequadas para solos pertencentes à classe textural 4, de acordo com a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – SBCS (2004). São Francisco de Assis, RS.

Elementos	Subárea 01	Subárea 02	Características químicas adequadas (SBCS, 2004)
P (fósforo)	10,3 mg/dm ³	3,2 mg/dm ³	14 – 42 mg/dm ³
K (potássio)	27,0 mg/dm ³	62,6 mg/dm ³	* CTC abaixo de 5: 30 – 45 mg/dm³
	(CTC= 0,91 e 2,7 cmol _c /dm ³)	(CTC= 3,0 e 12,5 cmol _c /dm ³)	* CTC de 5 a 15: 40 – 60 mg/dm³
Cu (cobre)	0,162 mg/dm ³	0,05 mg/dm ³	0,2 a 0,4 mg/dm ³
Zn (zinco)	1,06 mg/dm ³	0,26 mg/dm ³	0,2 a 0,5 mg/dm ³
B (boro)	0,57 mg/dm ³	0,41 mg/dm ³	0,1 a 0,4 mg/dm ³
Ca (cálcio)	0,3 cmol _c /dm ³	1,6 cmol _c /dm ³	2,1 a 4 cmol _c /dm ³
Mg (magnésio)	0,2 cmol _c /dm ³	1,0 cmol _c /dm ³	0,6 a 1 cmol _c /dm ³
Al (alumínio)	0,4 cmol _c /dm ³	0,2 cmol _c /dm ³	0,3 a 0,6 cmol _c /dm ³
CTC _{pH7}	2,7	12,5	5,1 a 15
Matéria orgânica	0,8 %	0,7 %	2,6 a 5%
pH	5,6	5,3	5,5 a 6,5

O solo da subárea 02 oferece mais condições para o desenvolvimento das plantas, porque a saturação de bases, embora baixa, foi maior que a saturação de Al, permitindo que as plantas atinjam melhor desenvolvimento.

As duas subáreas também se diferenciam, com relação ao potencial pedológico, na CTC e no índice de saturação de bases. A subárea 01 apresentou índice de CTC muito inferior à subárea 02 (TAB. 1). Tais resultados indicam que a subárea 02 apresenta mais facilidade de trocas com as plantas, enquanto que na subárea 01 esse potencial de troca foi muito pequeno. Em razão disso, a subárea 01 apresenta maior tendência à lixiviação, um dos fatores determinantes para a ocorrência da arenização. Já em relação à subárea 02, as características físico-químicas associadas à maior disponibilidade de K e Mg, reduzida saturação de Al, favorecem o desenvolvimento da

vegetação com maior índice de cobertura e maior diversidade, contribuindo, em resposta, para a maior estabilidade do sistema local.

Rovedder (2006) avaliou o potencial de *Lupinus albus* para a fertilidade do solo. Os resultados obtidos indicam que os solos dos campos com arenização apresentam baixa capacidade de resposta à práticas de manejo que visam incremento da fração orgânica e do conteúdo de nutrientes. Para a autora, a textura arenosa e o baixíssimo grau de agregação, características naturais destes solos, podem estar agindo como fatores impeditivos para o incremento de MO e macronutrientes ao solo, além de acentuar os processos de degradação. Estes, quando iniciados devido ao intenso transporte de sedimentos por erosão hídrica e eólica, ocasionam soterramento e efeito abrasivo sobre a vegetação próxima.

A autora também aponta o baixo grau de resiliência como característica destes solos, ou seja, apresentam baixa capacidade de resistir a processo de degradação e de retorno às condições normais quando degradados. A resistência ao incremento em fertilidade e baixa resiliência estão relacionadas à reduzida fração argilosa e baixa CTC. Estas características, segundo a autora, evidenciam a dificuldade de recuperação a níveis minimamente aceitáveis ao crescimento vegetal, essencial para o manejo sustentável desse ecossistema. Em razão disso, ressalta a importância do uso de práticas conservacionistas para a prevenção do início do processo de arenização.

Apesar das dificuldades para a recuperação, Rovedder salienta a importância da adoção de estratégias como a revegetação para a contenção da arenização e para a conservação da estrutura e da função ecossistêmica. Além disso, evidencia, como medida de recuperação das áreas degradadas pela arenização, o aporte de biomassa e a elevação do percentual de matéria orgânica para aumentar a CTC destes solos e a capacidade de fornecimento de nutrientes.

3.2 Dinâmicas pluviométricas e o comportamento da vegetação

O clima da Campanha, onde se encontram as subáreas desse estudo, é do tipo Cfa subtropical com elevada umidade, pois a precipitação é superior a 100 mm na maioria dos meses, atingindo a média anual de 1.400 mm (Moreno, 1961). A precipitação supera a evaporação, com exceção dos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, quando pode ocorrer deficiência de água no solo. As menores médias da temperatura atingem entre 13 e 14°C e as temperaturas médias mensais atingem 25°C (Moreno, 1961). Os verões são brandos, podendo apresentar máximas absolutas de 40°C e os invernos são frios, sendo comuns temperaturas mínimas absolutas de até -4°C (Cordeiro e Soares, 1975).

De acordo com Nimer (1979), a região pode ser definida, em termos climáticos, como subtropical com ocorrência de um clima mesotérmico brando super úmido, e com invernos frios e verões quentes. As precipitações anuais variam de 1.250 a 1.500mm.

Suertegaray (1995) complementa as descrições de Nimer ao afirmar que o sudoeste do RS também se caracteriza pela inexistência de estação seca. E, ao tomar como referência os dados pluviométricos médios das estações meteorológicas de Quaraí, São Borja e Uruguaiana, constata que a região onde ocorrem os areais possui médias anuais superiores a 1.400 mm, apresentando, portanto, condições de umidade que ultrapassam em muito os valores médios anuais de climas áridos, cuja precipitação anual é menor que 200 mm. As chuvas são abundantes, predominando períodos superúmidos contra pequenos períodos úmidos, estes com predominância nos meses de maio a junho (Suertegaray, 1995). A precipitação pode ser considerada como moderada, mas muitas vezes brusca e forte, podendo ocorrer em todos os meses do ano (Lindman, 1906).

Para efeito desse estudo, a preocupação foi a de acompanhar as variações de chuvas na escala de tempo que englobasse o estudo do comportamento da vegetação. Os dados pluviométricos de janeiro de 2004 a junho de 2005 foram obtidos na Estação Meteorológica de Quaraí (TAB. 2) e indicam variação na quantidade de chuvas. Durante os meses de janeiro a março de 2004, a quantidade de chuvas em cada mês foi muito reduzida, entre 48,1 mm e 55 mm, seguido de um mês muito chuvoso (185,6 mm). O mesmo se repetiu de maio a agosto de 2004, quando a precipitação atingiu, respectivamente, 22,4 mm, 74,4 mm e 32,2 mm, seguido de três meses com grande quantidade de chuvas (118 mm, 119 mm e 177 mm) sendo, em alguns casos, concentrada num único dia. Percebe-se, portanto, que ao longo do período de realização do estudo, houve picos com precipitação elevada, seguidos de períodos com redução na quantidade de chuvas (FIG. 23).

Observações realizadas durante os levantamentos florístico e fitossociológico possibilitaram a constatação de que nos períodos em que a precipitação foi reduzida (TAB. 2 e FIG. 23), isto é, nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio, junho, julho e dezembro de 2004 e janeiro, fevereiro e março de 2005, o pisoteio do gado promoveu a remoção da vegetação e do solo, mantendo-o “solto”. As chuvas torrenciais, posteriores a este período chegam a ultrapassar a marca dos 100 mm/dia, provocando ainda mais a movimentação do solo e o aumento significativo das manchas de areia. Essas observações são confirmadas por Joaquim Paz, proprietário da fazenda localizada ao lado da área em que foi realizado o trabalho, ao afirmar que a seca do verão de 2005, “(...) *soltou a vegetação e a chuva forte ocorrida em seguida aumentou muito o areal (...) o clima está muito diferente nos últimos tempos: tempo seco com vento e ocorrência de eventuais chuvas fortes, tem aumentado os areais*”.

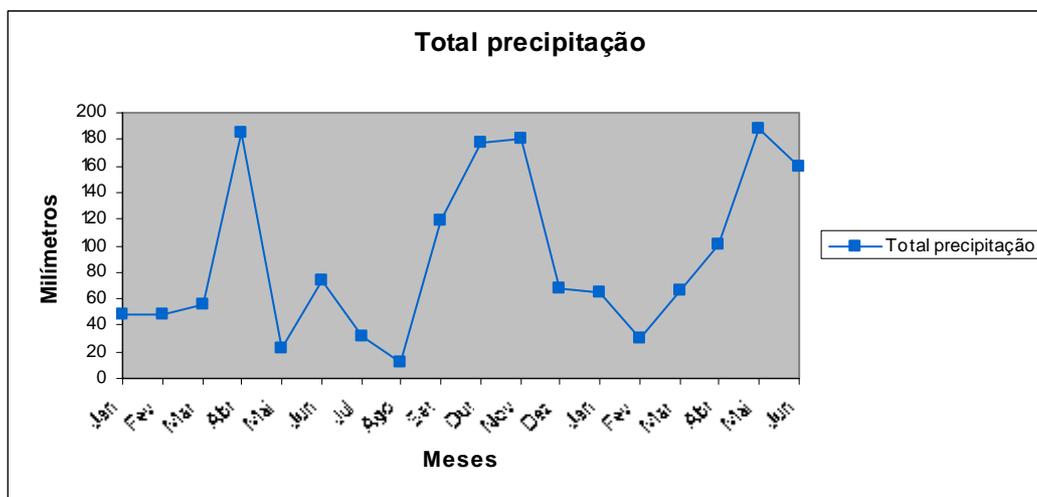
Os dados diários da precipitação de janeiro a junho de 2005, obtidos com a ASCAR/EMATER de São Francisco de Assis, RS, possibilitam a constatação de que no dia 02 de fevereiro de 2005 a precipitação foi de 22 mm, voltando a chover somente no dia 13 de março, quando atingiu 63 mm. Voltou a faltar chuva na região e, no dia 31 de março a precipitação foi, num único dia, de 108 mm. Esse longo período sem chuvas deixou a vegetação campestre seca (FIG. 24). O pisoteio do gado sobre ela e sobre o solo também seco e frágil contribuiu para o aumento da superfície atingida pelo areal com a ação das chuvas torrenciais.

TABELA 2: Dados pluviométricos de janeiro de 2004 a junho de 2005.

Mês/ano	Total precipitação (mm)	Mês/ano	Total precipitação (mm)
jan/04	48,1	Out/04	177
fev/04	48,6	nov/04	180,8
mar/04	55	dez/04	68
abr/04	185,6	jan/05	65,2
mai/04	22,4	fev/05	30,2
jun/04	74,4	mar/05	66,8
jul/04	32,2	abr/05	101,1
ago/04	118	mai/05	188,2
set/04	119	jun/05	160

FONTE: Estação Meteorológica de Quaraí, RS.

FIGURA 23: Variação da quantidade de chuvas (mm) de janeiro de 2004 a junho de 2005.



FONTE: Estação Meteorológica de Quaraí, RS.

A estiagem ocorrida no verão de 2004/2005 apresentou influência significativa no aumento das manchas de areia. Com a estiagem, uma parcela significativa da vegetação campestre nas subáreas de estudo pereceu. Na subárea 01 constatou-se que além da morte da vegetação o solo estava solto, contribuindo para a intensificação dos processos erosivos, principalmente com a ocorrência das chuvas torrenciais logo após o período de estiagem. Na subárea 02, grande parcela da vegetação secou pela falta de água (FIG. 25), no entanto, não foi percebida a remoção do solo, indicando ser um ambiente mais estável. As explicações para esta estabilidade são encontradas nas análises de solo, apresentadas na caracterização pedológica das subáreas. A subárea 02 apresenta CTC superior à subárea 01, reduzindo os riscos de sofrer lixiviação de nutrientes.

FIGURA 24 – Vegetação na subárea 01, na unidade amostral 02. Fotografia de 11 de março de 2005, em período de estiagem.



FIGURA 25 – Vegetação na subárea 02, sofrendo com o período de estiagem. Fotografia de 11 de março de 2005.



Para Medeiros, Robaina e Cabral (1995, p. 60) são as chuvas e o mau uso do solo os responsáveis diretos pelo agravamento do processo erosivo:

“A chuva se constitui no principal agente erosivo, atuando através de seus vários efeitos dinâmicos, como a destacabilidade do solo pelo impacto das gotas, a desagregabilidade superficial e subterrânea pelo escoamento e pela sua capacidade transportadora de solo destacado”.

Medeiros, Robaina e Cabral (1995) relatam que vários pesquisadores têm mostrado a existência de uma relação direta entre a perda de solo e a intensidade da chuva. O processo de erosão hídrica inicia com o desprendimento das partículas do solo pelo impacto das gotas de chuva, mas é preciso compreender que, segundo os autores, as gotas maiores têm maior energia e o tamanho da gota é maior em chuvas mais intensas. Na área de estudo, as chuvas torrenciais (em torno de 100 mm/dia) ocorridas após a estiagem de dezembro de 2004 a março de 2005, demonstraram elevado poder erosivo.

3.2 Composição florística e fitossociológica

3.3.1 Florística

A determinação da composição florística em ambas as subáreas iniciou em fevereiro 2004, anterior ao início do levantamento fitossociológico, e se estendeu até junho de 2005. As subáreas foram percorridas na íntegra e houve a coleta de material botânico em estágio reprodutivo fora das unidades amostrais. O material coletado foi herborizado e incorporado ao acervo do Herbário HVAT (Herbário do Vale do Taquari) do Museu de Ciências Naturais da UNIVATES, como testemunhos. As famílias foram consideradas de acordo com a APG (2003).

Nas duas subáreas foram encontradas 102 espécies pertencentes a 25 famílias (TAB. 3). Desse total, 61 espécies e 21 famílias são comuns às duas subáreas.

As famílias com maior riqueza foram: Poaceae (29 espécies), Asteraceae (18 espécies), Myrtaceae (06 espécies), Caryophyllaceae (05 espécies), Fabaceae, Oxalidaceae e Rubiaceae (04 espécies).

Trindade (2003), cita a ocorrência de 53 espécies nos arredores dos areais. Em seu levantamento, as famílias Poaceae e Asteraceae também apresentam maior riqueza, com 17 e 12 espécies, respectivamente. As demais famílias citadas pelo autor apresentam no máximo duas espécies, com exceção de Fabaceae e Rubiaceae que possuem, respectivamente, seis e três espécies.

Na **subárea 01** foram listadas **77 espécies** pertencentes a 22 famílias (TAB. 3). As famílias com maior riqueza foram: Poaceae (23 espécies), Asteraceae (14 espécies), Myrtaceae (04 espécies), Acanthaceae, Amaranthaceae, Caryophyllaceae, Cyperaceae, Fabaceae e Rubiaceae (03 espécies). Das quatro espécies de Oxalidaceae constatadas nos levantamentos, apenas uma ocorre na subárea 01. A família Portulacaceae é exclusiva da subárea 01.

Na **subárea 02** foram listadas **86 espécies** pertencentes a 24 famílias (TAB. 3). As famílias com maior riqueza foram, em ordem decrescente: Poaceae (26 espécies), Asteraceae (12 espécies), Myrtaceae (06 espécies), Caryophyllaceae (05 espécies), Fabaceae, Oxalidaceae e Rubiaceae (04 espécies). As famílias Commelinaceae, Iridaceae e Plantaginaceae são exclusivas da subárea 02.

Do total de espécies observadas na subárea 01 e na subárea 02, 22 e 14 espécies, respectivamente, não apareceram no levantamento fitossociológico (TAB. 3). A razão para isso é a existência de um número muito reduzido de indivíduos dessas espécies, sendo, portanto, consideradas raras na área de estudo. Um exemplo é *Stenachaenium riedelii*, com um único indivíduo observado na subárea 01.

Os resultados obtidos no levantamento florístico indicam que a subárea 02 possui maior diversidade, tanto com relação às famílias como com as espécies. Com exceção de Asteraceae, todas as famílias que ocorrem nas duas subáreas apresentaram maior número de espécies na subárea 02. Cabe salientar que, conforme citado na caracterização da área de estudo, as duas subáreas estão submetidas à mesma lotação de gado.

As espécies *Dichondra sericea* (subárea 02) e *Stenachaenium riedelii* (subárea 01) não possuem testemunhos (exsicata em herbário) da sua ocorrência porque não foram observados em estado reprodutivo durante as atividades de campo.

Entre as espécies citadas, destacou-se *Froelichia tomentosa* (Amaranthaceae) (FIG. 26), por ser uma espécie relativamente freqüente na subárea com arenização. Segundo Marchioretto, Windisch & Siqueira (2005), esta espécie teve registro de ocorrência no RS, especificamente na região da Campanha, após 179 anos da única coleta conhecida. Ao avaliar o estado de conservação das espécies de *Froelichia* e *Froelichiella* no Brasil, os autores consideram que *F. tomentosa* encontra-se na categoria “criticamente em perigo” no RS, pelo fato de ter seu hábitat descaracterizado e ocorrer em área de distribuição restrita e isolada.

Baseado em observações realizadas ao longo do levantamento florístico e fitossociológico, *Acanthospermum australe* (Carrapicho-do-campo) e *Vernonia brevifolia* (Alecrim-do-campo) (Asteraceae); *Eugenia pitanga* (Pitanga-do-campo) (Myrtaceae); *Paspalum nicorae* (Gramma-cinzenta); *P. notatum* (Gramma-forquilha) e *P. stellatum* (Capim-estrela) (Poaceae); *Portulaca grandiflora* (Onze-horas) e *Portulaca* sp. (Onze-horas) (Portulacaceae) aparentam resistir ao processo da arenização. *Vernonia macrocephala* (Asteraceae); *Campomanesia aurea* (Guabirobeira-do-campo) e *Myrcia*

verticillaris (Myrtaceae) oferecem boa proteção ao solo contra os processos erosivos em razão da sua estrutura vegetativa.

Trindade (2003) observou que *Paspalum nicorae* e *P. notatum* resistem no núcleo de arenização, mesmo sendo pastejadas ou constantemente cortadas por formigas. Constatou também que as comunidades com *P. notatum* demonstraram ser tolerantes à remoção por erosão do substrato arenítico e que *P. nicorae* mostrou-se tolerante ao soterramento de substrato de deposição eólica. Em razão disso, o autor salienta a possibilidade da utilização das duas espécies na prevenção ao surgimento de areais e na recuperação da diversidade e estrutura da vegetação natural no entorno dos areais.

Dentre as espécies que oferecem proteção ao solo, *Acanthospermum australe* (Asteraceae) se destacou por apresentar distribuição restrita à borda do areal e cobrir manchas de areia mais estabilizadas (FIG. 27). Por ocorrer apenas na proximidade do areal, a espécie não apareceu no levantamento fitossociológico. A sua ocorrência na borda do areal, observado também em outros areais da região, pode ser um indicativo de que a espécie é resistente ao processo da arenização e que apresenta a capacidade de estabilizar o movimento da areia, podendo ser utilizada em programas de recuperação das áreas atingidas, embora, segundo Mondin (2004), não seja apetecida pelo gado e é depreciadora da qualidade da lã de ovelha.

Entre as espécies, algumas são tóxicas ao gado. É o caso de *Senecio cisplatinus* (Asteraceae), causadora de doenças por toxidez em bovinos pela presença de retrorsina e de senecionina (Riet-Correa, F. & *et al.*, 1993 *apud* Matzenbacher, 1998); e de *Halimium brasiliense* (Cistaceae), conhecida como Papoula-do-campo, causadora de convulsões periódicas em ovinos; incontinência urinária ou falta de coordenação dos membros posteriores; progressivo emagrecimento e morte de animais com crises freqüentes; degeneração axonal difusa na substância branca de animais gravemente afetados (Riet-Correa, Riet-Correa & Schild, 2002).

FIGURA 26 – Exemplar de *Froelichia tomentosa* (Amaranthaceae) ameaçada pela arenização na subárea 01.



FIGURA 27 – Exemplares de *Acanthospermum australe* (Asteraceae) na borda de areais (a esquerda de Alegrete e a direita no areal da área de estudo).



No entanto, algumas espécies são importantes para o pastejo: *Dichanthelium sabulorum* (Capim-rasteiro) (Poaceae), com alto valor nutritivo ocorre nas duas subáreas, (Smith, Wasshausen & Klein, 1982), e *Sporobolus indicus* (Capim-toucerinha) (Poaceae), com ocorrência restrita à subárea 02, que apresenta boa palatabilidade antes da emissão da inflorescência. Esta espécie, por apresentar sistema radicular denso e profundo, é uma das poucas gramíneas cespitosas que não sofre com o intenso pisoteio do gado (Smith, Wasshausen & Klein, 1981).

A presença de *Eragrostis lugens* (capim-branco) e *E. neesii* (Capim-sereno), segundo Rosengurtt (1946) *apud* Boechat & Valls (1986), indica a existência de processos de degeneração da vegetação nos campos. A ocorrência de ambas é maior na subárea 01, onde existe acentuada degradação. A presença das duas espécies em maior quantidade na subárea 01 reforça a afirmação dos autores.

Além destas observações sobre as espécies, constatou-se que várias apresentam potencial para uso medicinal e ornamental, indicando a possibilidade da sua utilização em programas de recuperação das áreas atingidas pela arenização, associadas à fontes alternativas de renda.

Dentre estas, *A. australe*, além da possibilidade de contribuir na contenção da arenização, suas folhas apresentam, segundo Mors *et al.* (2000) *apud* Mondin (2004), inúmeras propriedades medicinais. Além desta, *Chaptalia nutans* (Arnica-do-mato); *Elephantopus mollis* (Erva-de-colégio), *Soliva pterosperma* (Roseta) e *Vernonia nudiflora* (Alecrim-do-campo) (Asteraceae); *Plantago tomentosa* (Tansagem) (Plantaginaceae), *Desmodium incanum* (Pega-pega) (Fabaceae) e *Waltheria douradinha* (Douradinha-do-campo) (Malvaceae) também apresentam propriedades medicinais (Simões *et. al.*, 1986; Kubo, 1997 e Vendruscolo, Simões & Mentz, 2005).

Várias apresentam valor ornamental: *Senecio cisplatinus* (FIG. 12) e *Vernonia nudiflora* (Asteraceae) (FIG. 28); *Cereus hildmannianus* (Tuna), *Echinopsis*

oxygona (FIG. 29) e *Parodia ottonis* (Cardo-melão) (Cactaceae) (FIG. 16); *Portulaca grandiflora* (FIG. 30) e *Portulaca* sp. (Portulacaceae).

Entre as espécies com ocorrência nas duas subáreas, cinco estão incluídas na lista das espécies ameaçadas de extinção. Segundo a Secretaria Estadual de Meio Ambiente (SEMA, 2002), estas espécies são: *Gomphrena graminea* (Perpétua-gramínea) (Amaranthaceae); *Echinopsis oxygona* e *Parodia ottonis* (Cactaceae); *Waltheria douradinha* (Malvaceae) (FIG. 31) e *Eugenia arenosa* (Myrtaceae). *G. graminea* e *E. oxygona* não apareceram no levantamento e as demais apresentaram IVI baixo. Isso as caracteriza como espécies raras na área de estudo.

FIGURA 28 – Flores de *Vernonia nudiflora* (Asteraceae).



FIGURA 29 – Exemplar de *Echinopsis oxygona* (Cactaceae).



FIGURA 30 – *Portulaca grandiflora* (Portulacaceae) com folhas suculentas e flores isoladas e vistosas.



FIGURA 31 – *Waltheria douradinha* (Malvaceae), com ocorrência nas duas subáreas, mas com IVI baixo, e incluída na lista das espécies ameaçadas de extinção (18/03/2005).



TABELA 3: Lista das famílias e espécies presentes em campo nativo com os respectivos testemunhos, ocorrência nas subáreas 01 e 02 e forma de vida. Fevereiro/2004 a junho de 2005. São Francisco de Assis, RS.

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TESTEMUNHO	OCORRÊNCIA SUBÁREAS		MODO DE VIDA
		01	02	
ACANTHACEAE				
<i>Justicia axillaris</i> (Nees.) Lindau	HVAT 1444	X*		Subarbusto
<i>Ruellia bulbifera</i> Lindau	HVAT 1566	X	X	Herbácea
<i>Stenandrium dulce</i> (Cav.) Nees	HVAT 1721	X	X*	Herbácea
AIZOACEAE				
<i>Mollugo verticillata</i> L.	HVAT 1372	X	X	Herbácea
ALLIACEAE				
<i>Nothoscordum inodorum</i> (Aiton) Asch. & Graebn	HVAT 1559	X	X*	Herbácea
AMARANTHACEAE				
<i>Froelichia tomentosa</i> (Mart.) Moq.	HVAT 1404	X	X	Herbácea
<i>Gomphrena graminea</i> Moq.	HVAT 1697	X*		Herbácea
<i>Pfaffia tuberosa</i> (Spreng.) Hicken	HVAT 1708	X*		Herbácea
APIACEAE				
<i>Apium leptophyllum</i> (Pers.) F. Müell. ex Benth.	HVAT 1594	X	X	Herbácea
APOCYNACEAE				
<i>Asclepias campestris</i> Vell.	HVAT 1561	X	X	Subarbusto
ASTERACEAE				
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	HVAT 1443	X*	X*	Herbácea
<i>Aspilia montevidensis</i> (Spreng.) Kuntz	HVAT 1696	X*		Subarbusto
<i>Chaptalia nutans</i> (L.) Pol.	HVAT 1722	X*		Subarbusto
<i>Conyza bonariensis</i> var. <i>microcephala</i> (Cabr.) Cabrera	HVAT 1380	X*	X	Subarbusto
<i>Elephantopus mollis</i> Kunth	HVAT 1385		X	Subarbusto
<i>Eupatorium subhastatum</i> Hooker et Arnott	HVAT 1449	X		Subarbusto
<i>Facelis retusa</i> (Lam.) Sch. - Bip.	HVAT 1593	X	X	Herbácea
<i>Gamochaeta americana</i> (Mill) Weddell	HVAT 1625	X	X	Herbácea
<i>Gamochaeta filaginea</i> (DC.) Cabrera	HVAT 1558	X	X	Herbácea
<i>Noticastrum gnaphalioides</i> (Baker) Cuatrecasas	HVAT 1445		X*	Subarbusto
<i>Senecio cisplatinus</i> Cabr.	HVAT 1536	X		Subarbusto
<i>Senecio riograndensis</i> Matzenbacher	HVAT 1557		X	Subarbusto
<i>Soliva pterosperma</i> (Juss.) Less.	HVAT 1564		X	Herbácea

CONTINUAÇÃO TABELA 3

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TESTEMUNHO	OCORRENCIA SUBÁREAS		FORMA DE VIDA
		01	02	
ASTERACEAE				
<i>Stenachaenium riedelii</i> Baker	0	X*		Subarbusto
<i>Vernonia brevifolia</i> Less.	HVAT 1419	X		Subarbusto
<i>Vernonia macrocephala</i> Less.	HVAT 1418	X	X	Subarbusto
<i>Vernonia nudiflora</i> Less.	HVAT 1411	X*	X	Subarbusto
Espécie não identificada	0	X	X	Herbácea
CACTACEAE				
<i>Cereus hildmannianus</i> K. Schuman	HVAT 1705		X*	Suculenta
<i>Echinopsis oxygona</i> (Link.) Zucc.	HVAT 1693	X*		Suculenta
<i>Parodia ottonis</i> (Lehmann) N. P. Taylor	HVAT 1595	X	X	Suculenta
CARYOPHYLLACEAE				
<i>Cardionema ramosissima</i> (Weinm.) A. Nelson & J. F. Macbr.	HVAT 1366	X	X	Herbácea
<i>Cerastium commersonianum</i> DC.	HVAT 1560	X	X	Herbácea
<i>Paronychia brasiliiana</i> DC.	HVAT 1401	X	X*	Herbácea
<i>Polycarpon tetraphyllum</i> (L.) L.	HVAT 1637		X	Herbácea
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	HVAT 1533		X*	Herbácea
CISTACEAE				
<i>Halimium brasiliensi</i> (Lam.) Grosser	HVAT 1535	X	X	Herbácea
COMMELINACEAE				
<i>Commelina platyphylla</i> Klotzsch var. <i>bolansai</i>	HVAT 1628		X	Herbácea
<i>Commelina erecta</i> L.	HVAT 1630		X*	Herbácea
CONVOLVULACEAE				
<i>Dichondra sericea</i> Swartz	0		X	Herbácea
<i>Evolvulus sericeus</i> Swartz	HVAT 1388	X	X	Herbácea
CYPERACEAE				
<i>Bulbostylis capillaris</i> var. <i>elatior</i> (Griseb.) Osten	HVAT 1375	X	X	Herbácea
<i>Cyperus aggregatus</i> (Willd.) Endl.	HVAT 1410	X	X	Herbácea
<i>Kyllinga vaginata</i> Lam.	HVAT 1422	X	X	Herbácea
EUPHORBIACEAE				
<i>Euphorbia papillosa</i> Saint-Hilaire	HVAT 1455	X	X	Herbácea
<i>Jatropha isabellii</i> Muell. Arg.	HVAT 1390	X	X	Herbácea
FABACEAE				
<i>Chamaecrista flexuosa</i> (L.) E. Greene var. <i>flexuosa</i>	HVAT 1398	X	X	Subarbusto

CONTINUAÇÃO TABELA 3

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TESTEMUNHO	OCORRENCIA SUBÁREAS		FORMA DE VIDA
		01	02	
FABACEAE				
<i>Desmodium incanum</i> DC.	HVAT 1452		X	Subarbusto
<i>Stylosanthes montevidensis</i> Vogel	HVAT 1402	X	X	Subarbusto
<i>Zornia</i> sp.	HVAT 1413	X	X	Subarbusto
IRIDACEAE				
<i>Sisyrinchium micranthum</i> Cav.	HVAT 1596		X	Herbácea
LAMIACEAE				
<i>Salvia brevipes</i> Benth.	HVAT 1391	X*	X*	Subarbusto
<i>Marsypianthes hassleri</i> Briq.	HVAT 1470	X		Subarbusto
MALVACEAE				
<i>Ayenia mansfeldiana</i> (Herter) Herter & Cristóbal	HVAT 1635	X	X	Herbácea
<i>Walteria douradinha</i> St. Hilaire	HVAT 1433	X	X	Subarbusto
MYRTACEAE				
<i>Campomanesia aurea</i> O. Berg.	HVAT 1647	X	X	Arbusto
<i>Eugenia arenosa</i> Mattos	HVAT 1694	X	X	Arbusto
<i>Eugenia pitanga</i> (O. Berg.) Nied.	HVAT 1490	X*	X	Arbusto
<i>Eugenia plurisepala</i> Barb. Rodr. ex Chod. et Hassl.	HVAT 1632	X*	X	Arbusto
<i>Myrcia verticillaris</i> O. Berg.	HVAT 1474		X*	Arbusto
<i>Psidium luridum</i> (Spreng.) Burret	HVAT 645		X	Arbusto
OXALIDACEAE				
<i>Oxalis articulata</i> Savigny	HVAT 1476		X	Herbácea
<i>Oxalis eriocarpa</i> DC.	HVAT 1532		X	Herbácea
<i>Oxalis hispidula</i> Zucc.	HVAT 1529		X	Herbácea
<i>Oxalis perdicaria</i> (Molina) Bertero	HVAT 1475	X	X	Herbácea
PLANTAGINACEAE				
<i>Plantago tomentosa</i> Lam.	HVAT 1570		X	Herbácea
POACEAE				
<i>Andropogon lateralis</i> Nees	HVAT 1442	X*	X*	Gram. ereta
<i>Andropogon selloanus</i> (Hackel) Hackel	HVAT 1396	X*	X*	Gram. ereta
<i>Aristida circinalis</i> Lindm.	HVAT 1435	X*		Gram. ereta
<i>Aristida condylifolia</i> Caro	HVAT 1477	X*		Gram. ereta
<i>Axonopus affinis</i> Chase	HVAT 1639	X	X	Gram. reptante
<i>Axonopus argentinus</i> Parodi	HVAT 1652	X	X	Gram. ereta

CONTINUAÇÃO TABELA 3

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TESTEMUNHO	OCORRENCIA SUBÁREAS		FORMA DE VIDA
		01	02	
POACEAE				
<i>Axonopus fissifolius</i> (Raddi) Kuhlms.	HVAT 1695	X	X	Gram. ereta
<i>Briza subaristata</i> var <i>interrupta</i> (Hack.) Roseng., Arril. & Izag.	HVAT 1599		X*	Gram. ereta
<i>Dichantherium sabulorum</i> (Lam.) Gould et C.A. Clark var. <i>sabulorum</i>	HVAT 1389	X	X	Gram. ereta
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koeler	HVAT 1471	X*	X*	Gram. ereta
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde	HVAT 1393	X*	X	Gram. ereta
<i>Eleusine tristachya</i> (Lam.) Lam.	HVAT 1638		X	Gram. ereta
<i>Eragrostis cf bahiensis</i> Schrad.	HVAT 1473	X*		Gram. ereta
<i>Eragrostis lugens</i> Nees	HVAT 1453	X	X	Gram. ereta
<i>Eragrostis neesii</i> Trin.	HVAT 1373	X	X	Gram. ereta
<i>Eustachys retusa</i> (Lag.) Kunth	HVAT 1371	X	X	Gram. ereta
<i>Gymnopogon spicatus</i> (Spreng.) Kuntze	HVAT 1374	X	X	Gram. ereta
<i>Microchloa indica</i> (L. F.) P. Beauv.	HVAT 1562		X	Gram. ereta
<i>Paspalum nicorae</i> Parodi	HVAT 1399	X	X	Gram. reptante
<i>Paspalum notatum</i> Fl.	HVAT 1368	X	X	Gram. reptante
<i>Paspalum polyphyllum</i> Nees	HVAT 1436	X	X	Gram. ereta
<i>Paspalum stellatum</i> H. & B. ex Fl.	HVAT 1450	X	X	Gram. reptante
<i>Piptochaetium montevidense</i> (Spreng.) Parodi	HVAT 1597		X	Gram. ereta
<i>Melinis repens</i> (Willd.) Zizka	HVAT 1377	X	X	Gram. ereta
<i>Schizachyrium spicatum</i> (Spreng.) Herter	HVAT 1493	X	X	Gram. ereta
<i>Setaria parviflora</i> (Poir.) Kerguélen	HVAT 1376	X	X	Gram. ereta
<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br. Var. <i>indicus</i>	HVAT 1466		X	Gram. ereta
<i>Steinchisma hians</i> (Elliott) Nash	HVAT 1406	X*	X	Gram. ereta
<i>Vulpia australis</i> (Ness ex Steud.) C. H. Blom	HVAT 1569		X	Gram. ereta
PORTULACACEAE				
<i>Portulaca grandiflora</i> Hook.	HVAT 1646	X*		Herbácea
<i>Portulaca</i> sp.	HVAT 1645	X		Herbácea
RUBIACEAE				
<i>Borreria brachystemonoides</i> Cham. & Schltldl.	HVAT 1412	X	X	Herbácea
<i>Borreria verticillata</i> (L.) G. Mey	HVAT 1538		X	Herbácea
<i>Mitracarpus megapotamicus</i> (Spreng.) Kuntze	HVAT 1452	X	X	Herbácea

CONTINUAÇÃO TABELA 3

FAMÍLIA/ESPÉCIE	TESTEMUNHO	OCORRENCIA SUBÁREAS		FORMA DE VIDA
		01	02	
RUBIACEAE				
<i>Richardia humistrata</i> (Cham. & Schltldl.) Steud.	HVAT 1403	X	X	Herbácea
SOLANACEAE				
<i>Solanum hasslerianum</i> Chodat.	HVAT 1400	X	X	Subarbusto

0 - SEM REGISTRO

X* - NÃO APARECE NO LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DA REFERIDA SUBÁREA.

Gram. ereta = gramínea ereta

Gram. Reptante = gramínea reptante

3.3.2 Fitossociologia

Para a análise fitossociológica, foram demarcadas 35 unidades amostrais permanentes em cada uma das subáreas. Cada unidade amostral corresponde a um quadro com 50 cm de lado, subdivido em unidades menores de 4 cm² (Matteuci & Colma, 1982). A primeira unidade amostral foi colocada em um ponto ao azar e, a partir desta, as demais foram distribuídas sistematicamente a cada 28 m. As unidades amostrais foram mapeadas com o uso de GPS e marcadas com estacas numeradas, dispostas em dois vértices oblíquos.

Os levantamentos fitossociológicos em ambas as subáreas foram realizados em setembro de 2004, janeiro e maio de 2005, através do método de superfícies (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974). Em cada unidade amostral foi registrada a cobertura das espécies vegetais vasculares, solo exposto e mantilho. A determinação da estimativa da superfície ocupada pela projeção horizontal da parte aérea de cada variável foi tomada visualmente com a utilização do quadro com 0,25 m² (FIG. 32).

FIGURA 32 – Quadro com 0,25 m², utilizado como unidade amostral. As estacas numeradas permaneceram no local durante o período do levantamento.



Todas as espécies amostradas em cada uma das subáreas, solo exposto e mantilho (variáveis), tiveram calculadas a cobertura e a frequência, absolutas e relativas, bem como o índice de valor de importância (IVI), obtidos nos três levantamentos.

A **cobertura absoluta** (CA_i) foi considerada como o somatório dos percentuais de cobertura de cada espécie no total de unidades amostrais. A **cobertura relativa** (CR_i), **frequência absoluta** (FA_i), **frequência relativa** (FR_i) e **índice de valor de importância** (IVI), foram obtidos a partir aplicação das fórmulas:

$$CR_i = (CA_i / \Sigma CA) \cdot 100;$$

$$FA_i = (UA_i / UA_t) \cdot 100;$$

$$FR_i = (FA_i / \Sigma FA) \cdot 100;$$

$IVI = (CR_i + FR_i)/2$; onde CA_i = cobertura absoluta da variável amostrada “i”, ΣCA = somatório das coberturas absolutas das variáveis amostradas; CR_i = cobertura relativa da variável amostrada; UA_i = número de unidades amostrais em que a

variável amostrada ocorre; UA_i = número total de unidades amostrais; FA_i = frequência absoluta da variável amostrada; ΣFA = somatório da frequência absoluta de todas as variáveis amostradas e FRI = frequência relativa da variável amostrada (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974; Garcia & Boldrini, 1999; Melo, 2004).

O Índice de Valor de Importância (IVI) revela através dos pontos alcançados por uma espécie, sua posição sociológica na comunidade analisada, ou seja, a espécie mais importante em termos de IVI é aquela que apresenta o maior sucesso em explorar os recursos do seu habitat (Melo, 2004). Com isso, pode-se compreender se a espécie é abundante ou não, dando uma idéia sobre densidade, distribuição espacial e a dimensão alcançada pela população de uma espécie em relação às demais.

A suficiência amostral foi avaliada através da relação espécie-área (Cain, 1938). As FIG. 33 e 34 indicam que as amostragens foram suficientes nas subáreas 01 e 02, respectivamente, pois atingiram estabilidade.

Nas TAB. 4 e 5 são mostrados os parâmetros fitossociológicos das subáreas. As variáveis aparecem em ordem decrescente da média do IVI.

Na subárea 01, solo exposto, *Paspalum stellatum*, mantilho e *P. nicorae* detiveram as maiores coberturas relativas e IVI's nos três levantamentos. A cobertura relativa de solo exposto aumentou ao longo do período do levantamento (43,38% em setembro/2004 - 49,8% em janeiro/2005 e 70% em maio/2005) enquanto que com as demais variáveis houve redução.

Na subárea 02, solo exposto, seguido de *P. nicorae*, *P. stellatum* e mantilho detiveram as maiores coberturas relativas e IVI nos três levantamentos. A cobertura de solo exposto também aumentou ao longo do período do levantamento, porém em menor proporção do que a verificada na subárea 01. Já a cobertura relativa de

P. nicorae e *P. stellatum*, apresentaram acréscimo do primeiro para o segundo levantamento, porém, este índice reduziu do segundo para o terceiro.

FIGURA 33 – Relação entre número cumulativo de espécies e unidades amostrais na **subárea 01**. São Francisco de Assis, RS.

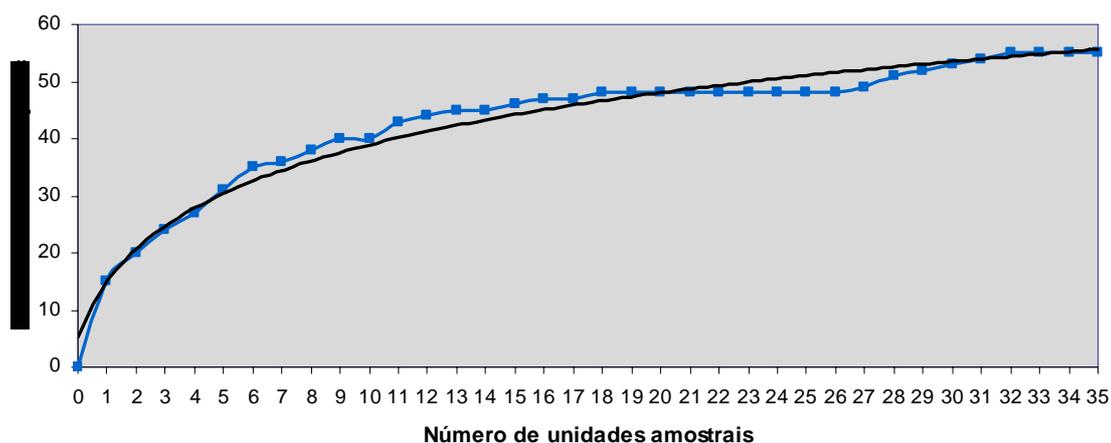
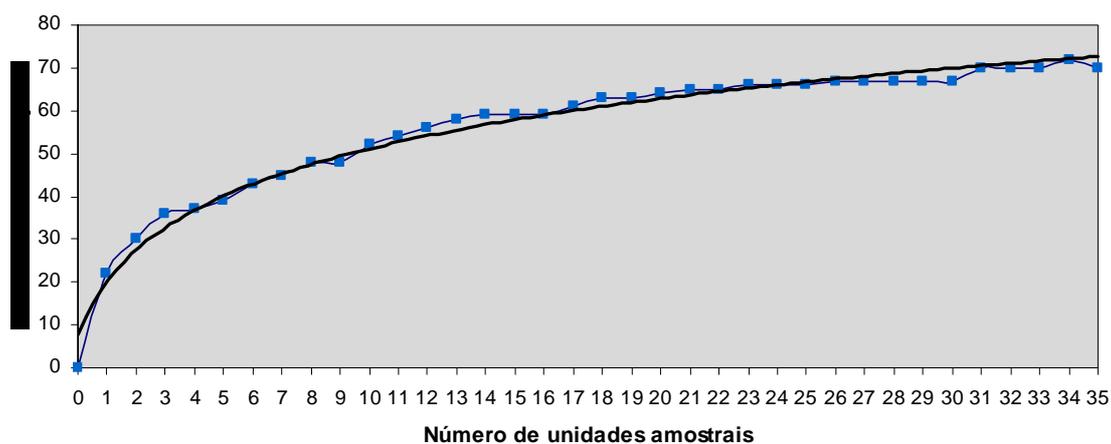


FIGURA 34 – Relação entre número cumulativo de espécies e unidades amostrais na **subárea 02**. São Francisco de Assis, RS.



No estudo realizado por Trindade (2003) na borda de 11 areais, *Axonopus pressus* (Nees ex Steud.) Parodi e *Elyonurus* sp. foram as espécies mais

freqüentes em campos manejados sob pastoreio. Não foi constatada a ocorrência destas espécies nas subáreas onde foi realizado o presente estudo.

A redução da cobertura relativa das espécies e o aumento da cobertura de solo exposto nas duas subáreas foram, provavelmente, em consequência das dinâmicas pluviométricas locais, conforme descrição no capítulo 02. Cabe salientar que o levantamento de janeiro/2005 foi realizado em período de estiagem e que este se prolongou até março. Em maio/2005, quando foi realizado o terceiro levantamento, já não havia mais estiagem, no entanto, a cobertura vegetal reduzida e o aumento do solo exposto exibiam os reflexos desse período.

Na subárea 01, a média dos três levantamentos da cobertura relativa de solo exposto foi de 54,39%. As espécies *P. stellatum* e *P. nicorae*, de hábito prostrado e com maior IVI, atingiram juntas a média de 23,65% de cobertura relativa. Assim, restou apenas 21,96% para as demais espécies.

Na subárea 02, a média da cobertura relativa de solo exposto dos três levantamentos é de 23,93%. As espécies, *P. nicorae*, *P. stellatum* e *P. notatum*, com maior IVI, atingiram juntas a média de 37,77% de cobertura relativa, restando apenas 38,3% para as demais espécies.

Tal situação demonstra claramente a predominância de espécies prostradas nas duas subáreas, provavelmente favorecida pela ação do pisoteio do gado, já que esta promove a redução populacional de numerosas espécies e a eliminação de outras, dando ao campo a fisionomia característica de um campo limpo. Esses dados confirmam o que Boldrini & Eggers (1996) constataram ao avaliar as modificações ocorridas em uma área de campo natural com a exclusão de animais: o superpastoreio beneficia as plantas rizomatosas e estoloníferas e inibe plantas cespitosas. Essa alteração na fisionomia do campo é explicada por Barreto (1974) *apud* Canto-Dorow, Longhi-

Wagner & Valls (1996) ao afirmar que *P. notatum* e *P. nicorae*, favorecidos pelo hábito e pelo pastejo contínuo do gado, a tendem a aumentar a biomassa nos campos, conduzindo a um disclímax da vegetação campestre.

A ocorrência de alguns indivíduos isolados de *Andropogon lateralis* nas duas subáreas e ausência desta espécie no levantamento fitossociológico também reforça esta constatação. Trata-se de uma espécie com ocorrência em todos os campos do RS, com a mais ampla e expressiva dispersão das gramíneas cespitosas do sul do Brasil. No entanto, o intensivo pisoteio do gado tem provocado a diminuição de sua vitalidade e contribuído para o aparecimento de gramíneas rizomatosas (Smith, Wasshausen & Klein, 1982).

As espécies anuais também devem ser consideradas. Na subárea 01 são 10 espécies anuais e na subárea 02 são 15 espécies. Sua ocorrência também contribui significativamente na cobertura de solo e ao perecerem, provocam o aumento de solo exposto. Dentre as espécies anuais, *Soliva pterosperma*, que só ocorre na subárea 02, destacou-se por cobrir uma significativa parcela do solo, contribuindo muito na proteção contra os processos erosivos. Apesar de não aparecer no levantamento de janeiro, apresentou IVI médio elevado. Outro dado importante sobre esta espécie é que a sua distribuição era restrita às unidades amostrais mais próximas da encosta, e sua ocorrência reduziu progressivamente na medida em que as unidades se distanciavam da mesma. Trata-se de uma espécie que contribui significativamente na cobertura do solo. Outra espécie anual, de ciclo de vida muito curto, *Oxalis perdicaria* (Azedinha-do-campo) (FIG. 35) teve importante função na cobertura do solo, no entanto, só esteve presente no levantamento de maio, quando o IVI foi de 0,98 (subárea 01) e 2,37 (subárea 02).

Os dados fitossociológicos apontam também que um reduzido número de espécies é responsável pela maior parte da cobertura e, em contrapartida, um elevado número de espécies contribui muito pouco na cobertura do solo. São espécies que apresentam IVI muito baixo, podendo ser consideradas espécies raras nas subáreas (FIG. 36).

FIGURA 35 – *Oxalis perdicaria* (Oxalidaceae) na subárea 02, levantamento de maio/2005.



FIGURA 36 – *Salvia brevipes* (Lamiaceae) com um único indivíduo observado em cada uma das subáreas (Fotografia: Vianeí Luís Diedrich, 18/01/2005).



TABELA 4: Parâmetros fitossociológicos obtidos a partir dos levantamentos de setembro/2004 (S/04), janeiro/2005 (J/05) e maio/2005 (M/05), apresentados em ordem decrescente da média do Índice do Valor de Importância dos três levantamentos das variáveis amostradas na **subárea 01**. São Francisco de Assis, RS.

VARIÁVEL AMOSTRADA	COBERTURA			COBERTURA			FREQUÊNCIA			FREQUÊNCIA			ÍNDICE DE VALOR DE		
	ABSOLUTA (%)			RELATIVA (%)			ABSOLUTA (%)			RELATIVA (%)			IMPORTÂNCIA		
	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05
Solo exposto	1529	1796	2467	43,38	49,80	70	100	100	100	8,10	9,64	10,64	25,74	29,72	40,32
<i>Paspalum stellatum</i>	567,16	567,36	354,80	16,10	15,72	10,05	82,86	82,86	82,86	6,71	8	9	11,4	11,86	9,52
Mantilho	570	255	186,40	16,17	7,06	5,30	100	97,14	100	8,10	9,37	10,64	12,13	8,21	7,97
<i>Paspalum nicorae</i>	405,32	391,16	239,40	11,50	10,80	6,80	82,86	82,86	74,28	6,71	8,00	7,90	9,1	9,4	7,35
<i>Bulbostylis capillaris</i>	17,12	37,40	15,20	0,48	1,04	0,40	68,57	77,14	48,57	5,55	7,44	5,20	3,01	4,24	2,8
<i>Axonopus argentinus</i>	43,56	59,44	40,64	1,24	1,64	1,15	45,71	42,86	42,86	3,70	4,13	4,56	2,47	2,88	2,85
<i>Gymnopogon spicatus</i>	36,16	58,80	32,52	1,03	1,63	0,92	37,14	45,71	40,00	3,01	4,41	4,25	2,02	3,02	2,58
<i>Axonopus affinis</i>	19,56	26,64	22,00	0,55	0,74	0,60	37,14	42,86	42,86	3,01	4,13	4,56	1,78	2,43	2,58
<i>Facelis retusa</i>	31,24	0	3,36	0,88	0	0,09	80,00	0	40	6,50	0	4,25	3,69	0	2,17
<i>Evolvulus sericeus</i>	9,52	7,36	7,68	0,27	0,20	0,22	40,00	28,57	31,43	3,24	2,75	3,34	1,75	1,47	1,78
<i>Cardionema ramosissimum</i>	10,80	26,04	8,16	0,30	0,72	0,23	34,28	28,57	25,71	2,80	2,75	2,74	1,55	1,73	1,48
<i>Gamochoeta filaginea</i>	59,72	0	0	1,70	0	0	94,00	0	0	7,62	0	0	4,66	0	0
<i>Eragrostis lugens</i>	18,32	20,48	7,84	0,52	0,60	0,22	22,85	22,86	22,86	1,85	2,20	2,43	1,18	1,4	1,32
<i>Ayenia mansfeldiana</i>	6,92	16,80	7,84	0,20	0,46	0,22	22,86	25,71	20,00	1,85	2,48	2,13	1,02	1,47	1,17
<i>Cyperus aggregatus</i>	6,00	8,48	6,88	0,17	0,23	0,20	25,71	22,86	20,00	2,08	2,20	2,13	1,12	1,21	1,16
<i>Melinis repens</i>	17,80	13,12	9,12	0,51	0,36	0,20	25,71	20	17,14	2,08	1,93	1,82	1,29	1,14	1,01
<i>Vernonia macrocephala</i>	11,20	34,08	8,80	0,32	0,94	0,25	20	20	17,14	1,62	1,93	1,82	0,97	1,43	1,03
<i>Eragrostis neesii</i>	10,04	13,16	3,20	0,28	0,36	0,09	20	20	17,14	1,62	1,93	1,82	0,95	1,14	0,95

Continuação TABELA 4 (SUBÁREA 01)

VARIÁVEL AMOSTRADA	COBERTURA			COBERTURA			FREQUÊNCIA			FREQUÊNCIA			ÍNDICE DE VALOR DE		
	ABSOLUTA (%)			RELATIVA (%)			ABSOLUTA (%)			RELATIVA (%)			IMPORTÂNCIA		
	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05
<i>Froelichia tomentosa</i>	10,56	10,60	3,52	0,30	0,29	0,10	20	20	14,28	1,62	1,93	1,52	0,96	1,11	0,81
<i>Dichanthelium sabulorum</i>	8,96	14,80	16,56	0,25	0,41	0,47	11,42	17,14	17,14	0,93	1,65	1,82	0,59	1,03	1,14
<i>Borreria brachystemonoides</i>	4,32	11,52	2,24	0,12	0,32	0,06	20	22,86	8,57	1,62	2,20	0,91	0,87	1,26	0,48
<i>Schizachyrium spicatum</i>	6,56	11,04	5,12	0,19	0,32	0,14	17,14	17,14	11,42	1,40	1,65	1,21	0,79	0,98	0,67
<i>Paronychia brasiliiana</i>	6,72	7,68	4,64	0,19	0,21	0,13	11,42	14,28	11,42	0,93	1,38	1,21	0,56	0,79	0,67
<i>Gamochoeta americana</i>	8,52	8,16	2,40	0,24	0,23	0,07	17,14	14,28	5,71	1,40	1,38	0,61	0,82	0,8	0,34
<i>Richardia humistrata</i>	1,76	8,48	2,88	0,05	0,23	0,08	14,28	17,14	5,71	1,16	1,65	0,61	0,6	0,94	0,34
<i>Mollugo verticillata</i>	4,16	2,72	0,16	0,12	0,075	0,004	22,86	14,28	2,86	1,85	1,38	0,30	0,98	0,72	0,15
<i>Euphorbia papillosa</i>	13,44	17,40	7,40	0,38	0,48	0,21	11,42	5,71	5,71	0,93	0,55	0,61	0,65	0,51	0,41
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	0,32	11,72	0,80	0,0008	0,32	0,02	5,71	14,28	8,57	0,46	1,38	0,91	0,23	0,85	0,46
<i>Setaria parviflora</i>	8,00	8,00	5,96	0,23	0,22	0,17	11,42	8,57	5,71	0,93	0,83	0,61	0,58	0,52	0,39
<i>Paspalum polyphyllum</i>	15,20	20,00	10,00	0,43	0,55	0,30	5,71	5,71	5,71	0,46	0,55	0,61	0,44	0,55	0,45
<i>Eugenia arenosa</i>	0,80	1,60	0,32	0,02	0,04	0,01	2,86	2,86	2,86	0,23	2,28	0,30	0,12	1,16	0,15
<i>Solanum hasslerianum</i>	5,76	33,32	2,88	0,16	0,92	0,08	5,71	8,57	2,86	0,46	0,83	0,30	0,31	0,87	0,19
<i>Waltheria douradinha</i>	2,24	3,36	1,92	0,06	0,09	0,05	8,57	8,57	8,57	0,70	0,83	0,91	0,38	0,46	0,48
<i>Stylosanthes montevidensis</i>	2,88	3,68	1,12	0,08	0,10	0,03	8,57	11,42	2,86	0,70	1,10	0,30	0,39	0,6	0,16
<i>Asclepias campestris</i>	6,76	8,52	1,76	0,19	0,23	0,04	8,57	8,57	2,86	0,70	0,83	0,30	0,44	0,53	0,17
<i>Campomanesia aurea</i>	10	30	10	0,28	0,83	0,30	2,86	2,86	2,86	0,23	0,28	0,30	0,25	0,55	0,3
<i>Portulaca sp</i>	3,68	3,20	0,96	0,10	0,09	0,02	14,28	5,71	2,86	1,16	0,55	0,30	0,63	0,32	0,16
<i>Oxalis perdicaria</i>	0	0	5,44	0	0	0,15	0	0	17,14	0	0	1,82	0	0	0,98

Continuação TABELA 4 (SUBÁREA 01)

VARIÁVEL AMOSTRADA	COBERTURA			COBERTURA			FREQUÊNCIA			FREQUÊNCIA			ÍNDICE DE VALOR DE		
	ABSOLUTA (%)			RELATIVA (%)			ABSOLUTA (%)			RELATIVA (%)			IMPORTÂNCIA		
	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05
<i>Marsypianthes hassleri</i>	5,28	25,00	10,00	0,15	0,70	0,28	2,86	2,86	2,86	0,23	0,28	0,30	0,19	0,49	0,29
<i>Paspalum notatum</i>	3,60	3,60	2,80	0,10	0,10	0,08	5,71	5,71	5,71	0,46	0,55	0,61	0,28	0,32	0,34
<i>Eustachys retusa</i>	0,64	0,80	1,44	0,02	0,02	0,04	5,71	5,71	5,71	0,46	0,55	0,61	0,24	0,28	0,32
<i>Jatropha isabellii</i>	4,00	11,40	0	0,11	0,32	0	5,71	5,71	0	0,46	0,55	0	0,28	0,43	0
<i>Vernonia brevifolia</i>	1,76	7,84	0,64	0,05	0,22	0,02	2,86	5,71	2,86	0,23	0,55	0,30	0,14	0,38	0,16
<i>Kyllinga vaginata</i>	0,64	0,80	0,48	0,02	0,02	0,01	8,57	2,86	2,86	0,70	0,28	0,30	0,36	0,15	0,15
<i>Mitracarpus megapotamicus</i>	0	0	0,32	0	0	0,01	0	0	2,86	0	0	0,30	0	0	0,15
<i>Senecio cisplatinus</i>	12,00	6,40	0	0,34	0,18	0	5,71	2,86	0	0,46	0,28	0	0,4	0,23	0
<i>Cerastium commersonianum</i>	3,20	0	0	0,09	0	0	14,28	0	0	1,16	0	0	0,62	0	0
<i>Zornia sp.</i>	0	3,04	0,32	0	0,08	0,01	0	8,57	2,86	0	0,83	0,30	0	0,45	0,15
<i>Apium leptophyllum</i>	1,40	0	0	0,04	0	0	11,40	0	0	0,92	0	0	0,48	0	0
<i>Stenandrium dulce</i>	0	0,48	1,76	0	0,01	0,04	0	2,86	5,71	0	0,28	0,61	0	0,14	0,32
<i>Axonopus fissifolius</i>	1,28	1,28	1,28	0,04	0,04	0,03	2,86	2,86	2,86	0,23	0,28	0,30	0,13	0,16	0,16
<i>Ruellia bulbifera</i>	0,48	0,48	0,96	0,01	0,01	0,02	2,86	2,86	2,86	0,23	0,28	0,30	0,12	0,14	0,16
<i>Parodia ottonis</i>	0,48	0,48	0,64	0,01	0,01	0,02	2,86	2,86	2,86	0,23	0,28	0,30	0,12	0,14	0,16
<i>Nothoscordum inodorum</i>	0,04	0,16	0,16	0,001	0,004	0,004	2,86	2,86	2,86	0,23	0,28	0,30	0,11	0,14	0,15
<i>Halimium brasiliense</i>	0	0	0,96	0	0	0,02	0	0	5,71	0	0	0,61	0	0	0,31
Asteraceae	0	0	0,96	0	0	0,02	0	0	2,86	0	0	0,30	0	0	0,16
<i>Eupatorium subhastatum</i>	0	0,64	0	0	0,02	0	0	2,86	0	0	0,28	0	0	0,15	00

TABELA 5: Parâmetros fitossociológicos obtidos nos levantamentos de setembro/2004 (S/04), janeiro/2005 (J/05) e maio/2005 (M/05), apresentados em ordem decrescente da média do Índice do Valor de Importância dos três levantamentos das variáveis amostradas na **subárea 02**. São Francisco de Assis, RS.

VARIÁVEL AMOSTRADA	COBERTURA ABSOLUTA			COBERTURA			FREQUÊNCIA			FREQUÊNCIA			ÍNDICE DE VALOR DE		
	(%)			RELATIVA (%)			ABSOLUTA (%)			RELATIVA (%)			IMPORTÂNCIA		
	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05
Solo exposto	761	875	1028	19,97	23,85	27,99	100	100	97,14	5,20	6,35	6,00	12,58	15,1	16,99
<i>Paspalum nicorae</i>	806	835	614,32	21,16	22,76	16,73	97,14	97,14	94,00	5,02	6,20	5,80	12,59	14,48	11,26
<i>Paspalum stellatum</i>	505	502	425,5	13,26	13,68	11,60	71,43	71,43	68,57	3,70	4,54	4,23	8,48	9,11	7,91
Mantilho	317	231	321,00	8,32	6,29	8,74	100	100	100	5,20	6,35	6,20	6,76	6,32	7,47
<i>Paspalum notatum</i>	184	194	149,20	4,83	5,29	4,06	57,14	57,14	54,28	2,95	3,63	3,40	3,89	4,46	3,73
<i>Soliva pterosperma</i>	160	0	400	4,20	0	10,90	68,57	0	71,43	3,54	0	4,41	3,87	0	7,65
<i>Ayenia mansfeldiana</i>	48,16	94,48	40,36	1,20	2,57	1,10	80,00	88,57	77,14	4,13	5,62	4,20	2,66	4,09	2,65
<i>Setaria parviflora</i>	113,56	116,20	71,64	2,98	3,17	1,95	54,28	54,28	51,43	2,80	3,45	3,20	2,89	3,31	2,57
<i>Axonopus affinis</i>	62,64	71,24	69,52	1,60	1,94	1,90	57,14	57,14	54,28	2,95	3,63	3,40	2,27	2,78	2,65
<i>Richardia humistrata</i>	32,28	60,04	14,40	0,85	1,63	0,40	80,00	88,57	42,86	4,13	5,62	2,65	2,49	3,62	1,52
<i>Bulbostylis capillaris</i>	25,44	28,16	17,76	0,66	0,76	0,48	68,57	65,71	40,00	3,54	4,17	2,47	2,1	2,46	1,47
<i>Facelis retusa</i>	54,08	0	38,44	1,41	0	1,04	80,00	0	85,71	4,13	0	5,30	2,77	0	3,17
<i>Schizachyrium spicatum</i>	29,28	34,84	27,88	0,80	0,95	0,76	54,28	51,43	42,86	2,80	3,27	2,65	1,8	2,11	1,7
<i>Evolvulus sericeus</i>	30,40	16,00	11,36	0,79	0,43	0,31	62,86	51,43	48,57	3,25	3,27	3,00	2,02	1,85	1,65
<i>Kyllinga vaginata</i>	18,08	16,00	14,08	0,47	0,43	0,38	40	37,14	31,43	2,07	2,36	1,94	2,77	1,39	1,16
<i>Vernonia macrocephala</i>	76,84	75,68	14,08	2,02	2,06	0,38	34,28	34,28	25,71	1,80	2,20	1,60	1,91	2,13	0,99
<i>Cyperus aggregatus</i>	11,84	19,20	15,60	0,31	0,52	0,42	34,28	40,00	37,14	1,80	2,54	2,30	1,05	1,53	1,36
<i>Sporobolus indicus</i>	39,60	27,46	25,74	1,04	0,75	0,70	28,57	28,57	28,57	1,47	1,81	1,76	0,25	1,28	1,23

Continuação da TABELA 5 (SUBÁREA 02)

VARIÁVEL AMOSTRADA	COBERTURA ABSOLUTA			COBERTURA			FREQUÊNCIA			FREQUÊNCIA			ÍNDICE DE VALOR DE		
	COBERTURA ABSOLUTA			COBERTURA			FREQUÊNCIA			FREQUÊNCIA			ÍNDICE DE VALOR DE		
	COBERTURA ABSOLUTA (%)			COBERTURA RELATIVA (%)			FREQUÊNCIA ABSOLUTA (%)			FREQUÊNCIA RELATIVA (%)			ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA		
	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05
<i>Borreria</i>	15,56	17,12	8,40	0,40	0,46	0,23	31,43	42,86	25,71	1,62	2,72	1,60	1,01	1,59	0,91
<i>brachystemonoides</i>															
<i>Eragrostis lugens</i>	16,52	18,52	16,44	0,43	0,50	0,44	31,43	31,43	31,43	1,62	2,00	1,94	1,02	1,25	1,19
<i>Axonopus argentinus</i>	30,36	26,48	28,36	0,80	0,72	0,77	25,71	25,71	25,71	1,33	1,63	1,60	1,06	1,17	1,18
<i>Gamochaeta americana</i>	17,60	12,32	11,56	0,46	0,33	0,31	37,14	31,43	28,57	1,92	2,00	1,76	1,19	1,16	1,03
<i>Oxalis eriocarpa</i>	47,96	4	21,76	1,26	0,10	0,60	34,28	11,42	34,28	1,80	0,72	2,12	1,53	0,41	1,36
<i>Cardionema</i>															
<i>ramosissimum</i>	27,24	24,72	14,64	0,70	0,67	0,40	28,57	28,57	20,00	1,47	1,81	1,23	1,08	1,24	0,81
<i>Halimium brasiliense</i>	9,28	1,68	14,40	0,24	0,05	0,40	37,14	20	34,28	1,92	1,27	2,12	1,08	0,66	1,26
<i>Piptochaetium</i>															
<i>montevidense</i>	12	10,44	10,28	0,31	0,28	0,30	25,71	25,71	28,57	1,33	1,63	1,76	0,82	0,95	1,03
<i>Jatropha isabellii</i>	62,56	64,60	6,00	1,64	1,76	0,16	11,42	14,28	5,71	0,60	0,91	0,35	1,12	1,33	0,25
<i>Stylosanthes</i>															
<i>montevidensis</i>	27,96	16,84	7,84	0,73	0,46	0,21	22,86	22,86	17,14	1,20	1,50	1,06	0,96	0,98	0,63
<i>Campomanesia aurea</i>	40,00	50,16	50,16	1,05	1,36	1,36	5,71	8,57	8,57	0,30	0,54	0,53	0,67	0,95	0,94
<i>Mitracarpus</i>															
<i>megapotamicus</i>	4,16	8,16	4,00	0,10	0,22	0,11	17,14	17,14	11,42	0,90	1,10	0,70	0,5	1,66	0,4
<i>Eustachys retusa</i>	7,36	9,92	7,04	0,19	0,27	0,20	20,00	22,86	28,57	1,03	1,50	1,76	0,61	0,88	0,98
<i>Vernonia nudiflora</i>	25,92	29,56	28,92	0,68	0,80	0,79	14,28	14,28	14,28	0,74	0,91	0,90	0,71	0,85	0,84
<i>Oxalis perdicaria</i>	0	0	49,44	0	0	1,34	0	0	54,28	0	0	3,40	0	0	2,37
<i>Dichondra sericea</i>	16,84	16,40	10,48	0,44	0,44	0,30	22,86	25,71	11,42	1,20	1,63	0,70	0,82	1,03	0,5
<i>Conyza bonariensis</i>	11,52	14,40	0,16	0,30	0,39	0,004	28,57	31,43	2,86	1,47	2,00	0,20	0,88	1,19	0,1

Continuação da TABELA 5 (SUBÁREA 02)

VARIÁVEL AMOSTRADA	COBERTURA ABSOLUTA			COBERTURA RELATIVA (%)			FREQÜENCIA ABSOLUTA (%)			FREQÜENCIA RELATIVA (%)			ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA		
	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05
	<i>Euphorbia papillosa</i>	14,52	29,80	13,04	0,38	0,81	0,35	17,14	14,28	8,57	0,90	0,91	0,53	0,64	0,86
<i>Gymnopogon spicatus</i>	7,36	10,24	7,66	0,19	0,28	0,21	17,14	17,14	17,14	0,90	1,10	1,06	0,54	0,69	0,63
<i>Oxalis hispidula</i>	10,40	0	0,16	0,27	0	0,004	62,86	0	2,86	3,25	0	0,20	1,76	0	0,1
<i>Apium leptophyllum</i>	17,44	0	1,28	0,45	0	0,04	31,43	0	11,42	1,62	0	0,70	1,03	0	0,37
<i>Microchloa indica</i>	2,72	3,04	2,40	0,07	0,08	0,07	17,14	14,28	11,42	0,90	0,91	0,70	0,48	0,49	0,38
<i>Eugenia arenosa</i>	2,72	9,44	1,28	0,07	0,25	0,04	11,42	14,28	11,42	0,60	0,91	0,70	0,33	0,58	0,37
<i>Commelina platyphylla</i>	3,04	2,40	3,84	0,08	0,06	0,10	11,42	11,42	11,42	0,60	0,72	0,70	0,34	0,39	0,4
<i>Vulpia australis</i>	17,68	0	0	0,46	0	0	34,28	0	0	1,80	0	0	1,13	0	0
<i>Eugenia plurisepala</i>	6,28	30,00	5,80	0,16	0,81	0,16	5,71	5,71	5,71	0,30	0,36	0,35	0,23	0,58	0,25
<i>Desmodium incanum</i>	3,68	5,44	2,88	0,09	0,15	0,08	8,57	8,57	11,42	0,44	0,54	0,70	0,26	0,34	0,39
<i>Sisyrinchium micranthum</i>	3,68	0	0,16	0,10	0	0,004	28,57	0	2,86	1,47	0	0,20	0,78	0	0,1
<i>Borreria verticillata</i>	1,60	2,72	3,36	0,04	0,07	0,09	8,57	8,57	8,57	0,44	0,54	0,53	0,24	0,3	0,31
<i>Digitaria insularis</i>	5,92	5,92	5,60	0,15	0,16	0,15	5,71	5,71	5,71	0,30	0,36	0,35	0,22	0,26	0,25
<i>Cerastium commersonianum</i>	15,28	0	0	0,40	0	0	25,71	0	0	1,33	0	0	0,71	0	0
<i>Axonopus fissifolius</i>	1,92	2,56	2,56	0,05	0,07	0,07	2,86	2,86	2,86	0,14	0,18	0,20	0,09	0,44	0,13
Asteraceae	0	0,64	1,28	0	0,02	0,04	0	8,57	8,57	0	0,54	0,53	0	0,34	0,28
<i>Gamochoaeta filaginea</i>	9,92	0	0	0,26	0	0	17,14	0	0	0,90	0	0	0,58	0	0
<i>Plantago tomentosa</i>	7,24	0,80	0	0,19	0,02	0	14,28	2,86	0	0,74	0,18	0	0,46	0,1	0
<i>Eragrostis neesii</i>	1,12	1,12	1,12	0,03	0,03	0,03	5,71	5,71	5,71	0,30	0,36	0,35	0,16	0,19	0,19
<i>Ruellia bulbifera</i>	0,64	0,96	1,60	0,02	0,03	0,04	2,86	5,71	5,71	0,14	0,36	0,35	0,13	0,19	0,19

Continuação da TABELA 5 (SUBÁREA 02)

VARIÁVEL AMOSTRADA	COBERTURA ABSOLUTA			COBERTURA RELATIVA (%)			FREQUÊNCIA ABSOLUTA (%)			FREQUÊNCIA RELATIVA (%)			ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTÂNCIA		
	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05	S/04	J/05	M/05
	<i>Asclepias campestris</i>	1,28	2,40	0	0,03	0,65	0	2,86	2,86	0	0,14	0,18	0	0,08	0,41
<i>Solanum hasslerianum</i>	2,56	5,96	2,08	0,07	0,16	0,06	2,86	5,71	2,86	0,14	0,36	0,20	0,1	0,26	0,13
<i>Parodia ottonis</i>	1,12	1,28	2,08	0,03	0,04	0,06	2,86	5,71	5,71	0,14	0,36	0,35	0,08	0,2	0,2
<i>Eugenia pitanga</i>	4,80	4,80	4,80	0,12	0,13	0,13	2,86	2,86	2,86	0,14	0,18	0,20	0,13	0,15	0,16
<i>Zornia sp</i>	0	5,12	1,12	0	0,14	0,03	0	8,57	2,86	0	0,54	0,20	0	0,34	0,11
<i>Waltheria douradinha</i>	1,12	0,80	0,64	0,29	0,02	0,02	2,86	2,86	2,86	0,14	0,18	0,20	0,21	0,1	0,11
<i>Oxalis articulata</i>	0	0	4,52	0	0	0,12	0	0	11,42	0	0	0,70	0	0	0,41
<i>Psidium luridum</i>	3,20	3,20	4,00	0,08	0,09	0,11	2,86	2,86	2,86	0,14	0,18	0,20	0,11	0,13	0,15
<i>Dichanthelium sabulorum</i>	3,20	3,20	0,96	0,08	0,09	0,03	2,86	2,86	2,86	0,14	0,18	0,20	0,11	0,13	0,11
<i>Eleusine tristachya</i>	0,64	2,72	4,80	0,01	0,07	0,13	2,86	2,86	2,86	0,14	0,18	0,20	0,07	0,12	0,16
<i>Chamaecrista flexuosa</i>	0,48	4,32	0,96	0,01	0,11	0,03	2,86	2,86	2,86	0,14	0,18	0,20	0,07	0,14	0,11
<i>Steinchisma hians</i>	0,96	0,96	1,00	0,03	0,03	0,03	2,86	2,86	2,86	0,14	0,18	0,20	0,08	0,1	0,11
<i>Elephantopus mollis</i>	5,00	5,00	0	0,13	0,13	0	2,86	2,86	0	0,14	0,18	0	0,13	0,15	0
<i>Paspalum polyphyllum</i>	0,16	0,16	0,16	0,004	0,004	0,004	2,86	2,86	2,86	0,14	0,18	0,20	0,07	0,09	0,1
<i>Froelichia tomentosa</i>	0,64	1,28	0	0,01	0,04	0	2,86	2,86	0	0,14	0,18	0	0,07	0,11	0
<i>Paronychia brasiliiana</i>	0,96	0	0,32	0,02	0	0,008	2,86	0	2,86	0,14	0	0,20	0,08	0	0,1
<i>Polycarpon tetraphyllum</i>	0	0	1,28	0	0	0,04	0	0	2,86	0	0	0,20	0	0	0,12
<i>Molugo verticillata</i>	0	0	0,16	0	0	0,004	0	0	2,86	0	0	0,20	0	0	0,1
<i>Senecio riograndensis</i>	1,60	0	0	0,04	0	0	2,86	0	0	0,14	0	0	0,09	0	0

3.3.3 Variação espacial e temporal da cobertura vegetal e da arenização

Com o objetivo de avaliar as diferenças apresentadas pela cobertura das espécies, do solo exposto e do mantilho nas duas subáreas, os dados obtidos no levantamento fitossociológico foram analisados pelos valores de cobertura, considerando o **tempo** (gradiente temporal) e a **distância da encosta** (gradiente espacial) como fatores de variação. No entanto, no intuito de simplificar, em vez de analisar cada espécie individualmente, estas foram agrupadas de acordo com o modo de vida que apresentam, conforme TAB. 3. Por exemplo, *Axonopus affinis* (Grama-tapete), *Paspalum nicorae*, *P. stellatum* e *P. notatum*, foram incluídas em **gramíneas reptantes**; *Eragrostis lugens*, *E. neesii*, *Eustachys retusa* (Capim-coqueirinho), *Sporobolus indicus*, entre outras, em **gramíneas eretas**; *Oxalis perdicaria*, *Soliva pterosperma*, *Borreria verticillata* (Poaia), *Evolvulus sericeus*, entre outras, em **herbáceas**; as cactáceas em **suculentas**; as mirtáceas em **arbustos**; e ainda, *Vernonia macrocephala*, *Vernonia nudiflora*, *Asclepias campestris*, entre outras, em **subarbustos**. O valor de cobertura de cada espécie na mesma unidade amostral, expresso em percentagem, foi adicionado aos valores das demais que apresentaram o mesmo modo de vida.

Considerando a soma de unidades amostrais (UAs) dos três levantamentos realizados, são 105 UAs em cada subárea.

As variáveis do solo exposto e presença de mantilho, consideradas no levantamento fitossociológico, foram mantidas e incluídas na análise. Além destas, a riqueza de espécies e o índice de diversidade foram estimados para cada unidade amostral e também inseridos nas análises de variação temporal e espacial. Assim, o conjunto de variáveis consideradas para as análises da variação espacial e temporal de cobertura, em cada uma das subáreas, foi **gramíneas reptantes**, **gramíneas eretas**,

herbáceas, arbustos, subarbustos, suculentas, solo exposto, mantilho, riqueza e diversidade.

A diversidade das comunidades de cada UA foi definida pelo índice de Shannon (H'), com base no logaritmo natural (nats) (Pielou 1969; Whittaker, 1972). Quanto maior o seu valor, maior é o número de espécies e maior é a similaridade (equidade) dos valores de cobertura. Assim, valores baixos de H' indicam que os indivíduos que nela ocorrem pertencem a um número menor de espécies e/ou estas apresentam baixa equidade entre os valores de cobertura. Os valores médios do índice de diversidade para cada subárea, assim com a significância das análises de variação de acordo com a distância da encosta e do tempo da amostragem, estão expressos nas TAB. 6, 7, 8 e 9.

As variáveis foram avaliadas de acordo com os fatores variação temporal e distância da encosta. Ao considerar o fator variação temporal, as UAs foram agrupadas de acordo com o período do levantamento: setembro/2004 ($n = 35$, n é o número de UAs em cada grupo considerado, sendo que cada UA apresenta $0,25 \text{ m}^2$), janeiro/2005 ($n = 35$) e maio/2005 ($n = 35$). Ao considerar o fator distância da encosta, as UAs foram agrupadas de acordo com a sua localização em relação à encosta: próximo (1 a 30 m), intermediário (31 a 60 m) e distante (61 a 100 m). O número de UAs de cada grupo, ao considerar o fator distância da encosta, foi, respectivamente, $n = 36$, $n = 33$ e $n = 36$.

Para ambos os fatores considerados (distância e tempo) aplicaram-se análises de variância univariada aos valores de cada variável, conforme cada grupo em cada fator. Para tanto foi utilizado o teste de aleatorização (Pillar & Orlóci, 1996), considerando a Distância Euclidiana como medida de dissimilaridade nas comparações entre grupos, com o auxílio do aplicativo MULTIV versão 2.3.9 (Pillar, 2004a). Nos

testes de aleatorização foram geradas 1000 iterações de auto-reamostragem e a probabilidade mínima adotada para considerar diferenças significativas entre os grupos avaliados foi $P \leq 0,05$.

As TAB. 6 e 8 expressam os valores médios de riqueza, diversidade e de cobertura (%) dos principais modos de vida das plantas, do mantilho e do solo exposto, considerando o fator variação tempo nas subáreas 01 e 02, respectivamente. Além disso, o uso das letras “*a*, *b* e *c*” indica se estes valores variaram significativamente ou não de acordo com o fator considerado, ou seja, letras iguais indicam ausência de diferença significativa. As TAB. 7 e 9 expressam os valores médios das mesmas variáveis, porém o fator de variação considerado é a distância da encosta.

TABELA 6: Riqueza, diversidade e valores médios de cobertura (%) dos principais modos de vida das plantas, do mantilho e do solo exposto, considerando como fator de variação o **período do levantamento** (gradiente temporal) na **subárea 01**. São Francisco de Assis, RS.

Variável	Setembro/2004 (n= 35)	Janeiro/2005 (n= 35)	Mai/2005 (n= 35)
Riqueza	10,34 ^a	8,65 ^b	7,40 ^b
Diversidade	1,47 ^a	1,40 ^a	0,99 ^b
Gramíneas eretas	4,75 ^a	6,31 ^a	3,81 ^a
Gramíneas reptantes	28,45 ^a	28,25 ^a	17,69 ^b
Herbáceas	5,34 ^a	4,08 ^a	2,15 ^b
Subarbustos	1,87 ^a	4,75 ^b	1,02 ^c
Arbustos	0,31 ^a	0,90 ^a	0,29 ^a
Suculentas	0,01 ^a	0,01 ^a	0,02 ^a
Mantilho	16,28 ^a	7,28 ^b	5,32 ^b
Solo exposto	43,69 ^a	51,31 ^b	70,49 ^c

* Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de aleatorização.

TABELA 7: Riqueza, diversidade e valores médios de cobertura (%) dos principais modos de vida das plantas, do mantilho e do solo exposto, considerando como fator de variação a **distância da encosta** (gradiente espacial) na **subárea 01**. São Francisco de Assis, RS.

Variável	Próximo (n= 36)	Intermediário (n= 33)	Distante (n= 36)
Riqueza	10,53 ^a	8,15 ^b	7,67 ^b
Diversidade	1,34 ^a	1,29 ^a	1,23 ^a
Gramíneas eretas	7,51 ^a	3,54 ^b	3,72 ^b
Gramíneas reptantes	26,93 ^a	22,73 ^a	24,96 ^a
Herbáceas	3,55 ^a	4,81 ^a	3,28 ^a
Subarbustos	2,56 ^a	3,09 ^a	2,03 ^a
Arbustos	0,07 ^a	1,51 ^a	0 ^a
Suculentas	0,04 ^a	0 ^a	0 ^a
Mantilho	5,08 ^a	10,61 ^b	13,29 ^b
Solo exposto	55,44 ^a	56,3 ^a	53,83 ^a

* Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de aleatorização.

TABELA 8: Riqueza, diversidade e valores médios de cobertura (%) dos principais modos de vida das plantas, do mantilho e do solo exposto, considerando como fator de variação o **período do levantamento** (gradiente temporal) na **subárea 02**. São Francisco de Assis, RS.

Variável	<i>Setembro/2004</i> (n= 35)	<i>Janeiro/2005</i> (n= 35)	<i>Mai/2005</i> (n= 35)
Riqueza	17,37 ^a	13,74 ^b	14,23 ^b
Diversidade	2,11 ^a	1,96 ^b	1,85 ^c
Gramíneas eretas	8,29 ^a	7,82 ^a	6,10 ^a
Gramíneas reptantes	44,50 ^a	45,78 ^a	35,96 ^b
Herbáceas	16,85 ^a	9,34 ^b	8,70 ^b
Subarbustos	6,71 ^a	7,43 ^a	2,22 ^b
Arbustos	1,62 ^a	2,78 ^a	1,88 ^a
Suculentas	0,03 ^a	0,03 ^a	0,06 ^a
Mantilho	9,06 ^a	6,60 ^b	9,17 ^a
Solo exposto	21,74 ^a	25,00 ^a	28,60 ^a

* Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de aleatorização.

TABELA 9: Riqueza, diversidade e valores médios de cobertura (%) dos principais modos de vida das plantas, do mantilho e do solo exposto, considerando como fator de variação a **distância da encosta** (gradiente espacial) na **subárea 02**. São Francisco de Assis, RS.

Variável	<i>Próximo</i> (n= 36)	<i>Intermediário</i> (n= 33)	<i>Distante</i> (n= 36)
Riqueza	16,72 ^a	15 ^b	13,61 ^b
Diversidade	2,14 ^a	2,01 ^b	1,77 ^c
Gramíneas eretas	8,64 ^a	9,06 ^a	4,65 ^b
Gramíneas reptantes	38,38 ^a	48,92 ^b	39,52 ^a
Herbáceas	16,76 ^a	8,73 ^b	9,16 ^b
Subarbustos	8,35 ^a	4,48 ^{ab}	3,44 ^b
Arbustos	3,71 ^a	2,44 ^a	0,17 ^b
Suculentas	0,04 ^a	0,08 ^a	0 ^a
Mantilho	8,44 ^a	8,36 ^a	8,02 ^a
Solo exposto	14,69 ^a	21,97 ^b	38,42 ^c

* Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente ($P \leq 0,05$) pelo teste de aleatorização.

Na **subárea 01** (TAB. 6), o **índice de diversidade** foi de 1,47 em setembro de 2004, 1,40 em janeiro de 2005 e 0,99 em maio de 2005 (TAB. 6), com redução acentuada e significativa do segundo para o terceiro levantamento. Já na **subárea 02**, o índice de diversidade foi, respectivamente, nos três levantamentos, 2,11; 1,96 e 1,85 (TAB. 8). Essa redução ocorreu gradativa e significativamente ao longo do período de levantamento, mas não de forma tão acentuada como no último período da subárea 01. É provável que a causa dessa redução tenha sido em consequência da arenização intensificada pela estiagem ocorrida de dezembro/2004 a março/2005 e seguida de chuvas torrenciais. A maior estabilidade da cobertura existente na subárea 02 contribuiu para que a redução não fosse tão acentuada como a observada na subárea 01.

A redução da diversidade também foi observada nas duas subáreas com o aumento da **distância da encosta**, conforme mostram as TAB. 7 e 9. Essa redução somente foi significativa na subárea 02. Este fato pode ser justificado, porque na 01 a arenização atinge toda a extensão da subárea, enquanto que na 02, a cobertura vegetal nas proximidades da encosta é constituída por um número maior de espécies do que a observada na subárea 01, cada qual contribuindo de forma similar na cobertura do solo. No entanto, nos quadros mais distantes da encosta na subárea 02, constata-se a redução gradativa do número de espécies e da equidade de cada uma na cobertura do solo. Tais dados indicam a probabilidade de que a cobertura mais consistente nas proximidades da encosta na subárea 02 seja resultado das condições de umidade e redução da insolação, proporcionadas pela cobertura arbórea existente nessa porção da encosta do relevo tabular.

Ao avaliar a **riqueza de espécies** na **subárea 01**, considerando o **fator tempo** (TAB. 6), percebe-se que o primeiro levantamento apontou maior riqueza que os demais e, tanto o segundo quanto o terceiro, tiveram um menor número de espécies,

porém sem diferença significativa entre eles. Entre as causas dessa redução está o processo de arenização intensificado pela estiagem e a presença de seis espécies anuais no primeiro levantamento. Das espécies anuais observadas em setembro/2004, somente *Facelis retusa* teve representantes em maio/2005. Os exemplares de *Jatropha isabellii* (FIG. 37) pereceram, provavelmente, em consequência da estiagem de dezembro/2004 a março/2005. Ao analisar o fator **distância da encosta** (TAB. 7), constata-se que houve variação significativa entre as diferentes distâncias da encosta: mais próximo teve mais espécies que a intermediária e a distante.

FIGURA 37 – Exemplar de *Jatropha isabellii* (Euphorbiaceae) em flor. Alguns indivíduos haviam perecido no levantamento de maio/2005 (18/09/2004).



A **riqueza** de espécies na **subárea 02** diminuiu significativamente do primeiro levantamento para os demais (TAB. 8). No primeiro levantamento havia mais espécies que nos demais, sendo que o segundo e o terceiro não diferiram significativamente entre si. Assim como na subárea 01, a ocorrência de espécies anuais

justifica, em parte, essa redução. Das 12 espécies anuais, somente oito possuíram representantes em maio/2005 e os exemplares de três espécies, *Elephantopus mollis* (Asteraceae), *Froelichia tomentosa* (Amaranthaceae) e *Asclepias campestris* (Apocynaceae) pereceram, provavelmente em consequência da estiagem. Quanto ao fator **distância da encosta** (TAB. 9), houve diferença significativa entre as unidades amostrais situadas mais próximas da encosta, onde a riqueza de espécies foi maior que nas situadas a uma distância intermediária e distante. É provável que as condições menos adversas junto à encosta (mais umidade, menor insolação) sejam favoráveis a um grupo maior de espécies, ocasionando maior riqueza e também maior índice de diversidade, conforme já descrito.

Na subárea 01, apesar de haver um gradiente espacial na riqueza, este não se repete na diversidade, indicando ser uma comunidade vegetal mais frágil, pois há menor equidade na participação das espécies na cobertura do solo. Na subárea 02 há um gradiente de riqueza e de diversidade. Assim, fica evidente a influência do distanciamento da encosta sobre a cobertura vegetal na subárea 02, tanto na diversidade quanto na riqueza.

A cobertura proporcionada pelas **gramíneas eretas, arbustos e suculentas** (TAB. 6) na subárea 01, ao considerar o **período do levantamento**, não apresentou diferença significativa ao longo do tempo. O mesmo não foi observado com a cobertura de **gramíneas reptantes, herbáceas e subarbustos**, conforme TAB. 6. As coberturas de **gramíneas reptantes** e de **herbáceas** apresentaram diferença significativa para o fator variação do tempo (TAB. 6). Nos dois primeiros levantamentos a diferença não foi significativa, no entanto, estas diminuíram drasticamente no último levantamento. Já a cobertura de **subarbustos** apresentou variação significativa (TAB. 6), com aumento de setembro/2004 para janeiro/2005,

seguido de intensa redução em maio/2005. Essa variação se justifica pela existência, em setembro, de espécies subarbustivas em fase inicial de desenvolvimento, como foi o caso de *Solanum hasslerianum* (Juá-manso) (Solanaceae), espécie anual, cujas percentagens de cobertura oscilaram de acordo com o seu ciclo de vida, passando de 5,76 para 33,32 e 2,88, respectivamente, em setembro/2004, janeiro/2005 e maio/2005. Outro exemplo foi *Vernonia macrocephala* com coberturas de 11,20; 34,08 e 8,80. Além da influência do ciclo de vida das plantas, a redução da cobertura de subarbustos ocorreu principalmente em consequência da arenização, intensificada pelas dinâmicas pluviométricas regionais.

Ao considerar a **distância da encosta** na **subárea 01**, as coberturas de **gramíneas reptantes, herbáceas, subarbustos, arbustos e suculentas** (TAB. 7) não apresentaram variação significativa. A ausência de variação significativa dessas variáveis indica que estas apresentam uma distribuição uniforme das espécies ao longo da planície. Já a ausência de variação na cobertura de arbustos e suculentas é em consequência do baixo número de indivíduos representados, como foi o caso de *Campomanesia aurea* (Myrtaceae) e de *Eugenia arenosa* (Myrtaceae), ambos com um único indivíduo. Somente a cobertura de **gramíneas eretas** apresentou variação significativa ao considerar a distância da encosta (TAB. 7). De modo geral, houve maior cobertura nas unidades próximas da encosta do que nas unidades intermediárias e distantes e, entre estas, a variação da cobertura não foi significativa.

A **cobertura de suculentas** não apresentou variação significativa ao considerar os fatores tempo e distância da encosta **nas duas subáreas** (TAB. 6, 7, 8 e 9). A ausência de variação foi em razão da existência de poucos indivíduos em ambas as subáreas, todos com pouco crescimento da estrutura vegetativa e por não sofrerem com a estiagem, já que se tratam de exemplares pertencentes à família Cactaceae.

Na subárea 02, em relação ao **período do levantamento**, as variáveis **gramíneas eretas**, **arbustos** e **suculentas** não apresentaram variação significativa (TAB. 8). Com relação às demais variáveis, o fator tempo interferiu na variação da cobertura. A cobertura de **gramíneas reptantes** (TAB. 8), assim como na subárea 01, não apresentou variação significativa entre os dois primeiros levantamentos, no entanto, houve diminuição significativa no último levantamento. Com a cobertura de **subarbustos** foi observado que de setembro/2004 para janeiro/2005 houve aumento da cobertura, embora não significativo e, de janeiro/2005 para maio/2005, essa cobertura apresentou redução drástica (TAB. 8). O aumento na cobertura de subarbustos do primeiro para o segundo levantamento, observado também na subárea 01 e comentado anteriormente, foi resultado do ciclo de vida dessas plantas. Já a redução drástica no último levantamento teve como provável causa, na subárea 02, a estiagem, tendo em vista que nesta não é observado o processo de arenização. A cobertura proporcionada pelas espécies **herbáceas** (TAB. 8) sofreu variação significativa do primeiro para o segundo levantamento e se manteve sem alterações significativas deste para o último. Provavelmente, a redução da cobertura tenha como principais causas na subárea 02, a estiagem e a presença de espécies herbáceas anuais, diferente da subárea 01, onde o processo de arenização também influenciou nessa redução.

A falta de chuvas até janeiro/2005 ainda não havia interferido na cobertura vegetal proporcionada pelas gramíneas reptantes e pelas espécies subarbusivas na subárea 02. Contudo, ao se prolongar o período de estiagem, esta passou a interferir provocando a redução no percentual de cobertura vegetal do solo, através do perecimento de plantas.

Quanto ao fator **distância da encosta** na **subárea 02** (TAB. 9), as variáveis consideradas apresentaram variação significativa, com exceção das

suculentas. Foi constatado que as UAs situadas a uma distância próxima e intermediária da encosta apresentaram maior cobertura por **gramíneas eretas** e **arbustos**, com pouca variação entre elas (TAB. 9). Os valores de cobertura de ambas as variáveis apresentaram significativa redução nos quadros situados mais distantes da encosta, sugerindo que, tanto os arbustos quanto as gramíneas eretas, ocorrem preferencialmente na proximidade da encosta. As plantas **herbáceas** apresentaram elevada cobertura nos quadros mais próximos da encosta e significativa redução desses valores nos quadros mais distantes da mesma (intermediário e distante), cuja cobertura se manteve sem variações significativas entre si (TAB. 9). Isso reforça a importância da cobertura arbórea existente na encosta para a manutenção da diversidade de espécies e, conseqüentemente, na cobertura do solo. Por outro lado, **as gramíneas reptantes** apresentaram maior cobertura nos quadros situados a uma distância intermediária da encosta, enquanto que os quadros próximos e distantes apresentaram menor cobertura e não diferiram entre si (TAB. 9). Nos quadros mais próximos da encosta, houve maior diversidade de espécies pertencentes a outros grupos de variáveis, não havendo dominância das gramíneas reptantes. Mas, na medida em que os quadros se distanciaram da encosta, houve redução das espécies herbáceas, subarbusivas, arbustivas e gramíneas eretas, favorecendo as reptantes. Nos quadros mais distantes, há maior percentagem de solo exposto, desfavorecendo também as espécies reptantes. A variação da cobertura de **subarbusostos** foi significativa, pois estes se concentram mais próximos da encosta, reduzindo a cobertura a medida em que aumenta a distância da mesma (TAB. 9).

Com relação às variáveis em que estavam incluídas espécies vegetais responsáveis pela cobertura do solo, constatou-se a maior variação desses valores na subárea 01 ao considerar o fator tempo. As variáveis com maior redução na cobertura

foram gramíneas reptantes, herbáceas e subarbustos. A principal causa para esta redução é o processo de arenização associado ao período de estiagem, seguido por chuvas torrenciais, observados durante o período do estudo. Na subárea 02, a maior variação foi observada ao considerar a distância da encosta, sendo a cobertura de suculentas a única variável que não apresentou variação. Houve redução da cobertura ao considerar o tempo na subárea 02, porém em menores proporções. Desta forma, os dados indicam que na subárea 02, a encosta protegida pela vegetação arbórea contribui para que haja maior riqueza, diversidade e cobertura de gramíneas eretas, arbustos, herbáceas e subarbustos **na subárea 02**.

O **mantilho** também apresentou diferença significativa com relação à distância da encosta e ao período do levantamento na **subárea 01**. **Na subárea 02**, ao considerar a distância da encosta não houve variação significativa, mas sim ao considerar o tempo, pois no segundo levantamento houve menor cobertura de mantilho que nos demais. As variações da cobertura de mantilho, conforme observado durante o estudo, foram em consequência das chuvas torrenciais e do vento que promovem a sua remoção. O mantilho não é uma variável que possa interferir de forma positiva ou negativa na proteção do solo em função da sua constante remoção, principalmente pela ação das chuvas torrenciais. No entanto, caso não fosse lixiviado, o mantilho poderia contribuir para a elevação da quantidade de matéria orgânica.

Dentre as variáveis avaliadas, **solo exposto** foi a que apresentou mudanças mais nítidas durante o estudo. **Na subárea 01**, solo exposto não apresentou variação significativa ao considerar o fator distância da encosta (TAB. 7). Isso se deve ao fato de que os processos erosivos relacionados à arenização ocorrem em toda a extensão da subárea. No entanto, ao considerar o fator tempo, a variação foi significativa (TAB. 6). No primeiro levantamento havia menos solo exposto e sua

cobertura foi aumentando progressivamente, atingindo um valor consideravelmente maior no último (43,38%; 49,80% e 70%, respectivamente). Essa variação acentuou-se em consequência do período de estiagem, seguido por chuvas torrenciais, sendo influenciado também pelo pisoteio do gado. O gado promove a remoção do solo, que está seco e friável, e da cobertura vegetal, também debilitada pela ação da estiagem.

A unidade amostral de número 13 (FIG. 38) ilustra muito bem o aumento de solo exposto e a redução da cobertura vegetal. No levantamento de setembro/2004, havia seis espécies cobrindo 8% da parcela, 40% era de solo exposto e 50% de mantilho; no levantamento de janeiro/2005, o número de espécies reduziu para três, mas a cobertura vegetal aumentou para 25% em razão da presença de um exemplar de *Solanum hasslerianum*, o solo exposto aumentou para 70%, enquanto que o mantilho estava reduzido a cerca de 5%; no levantamento de maio/2005, foi constatada a presença de uma única espécie (*Axonopus affinis* - Poaceae), representando 1,6% da cobertura e o aumento de solo exposto para 94%.

O **solo exposto** apresentou uma pequena variação ao longo do período do levantamento **na subárea 02**, não sendo significativa pela análise de aleatorização (TAB. 8). No entanto, ao considerar o fator distância da encosta, a variação foi significativa (TAB. 9). A quantidade de solo exposto é menor nas proximidades da encosta, aumentando na distância intermediária e, ainda mais, nas unidades amostrais mais distantes. A cobertura arbórea da encosta do relevo tabular, nessa porção da planície, favorece o desenvolvimento da cobertura vegetal formada por espécies herbáceas, gramíneas eretas, arbustos e subarbustos que oferecem boa proteção ao solo, contribuindo para a redução de solo exposto. No entanto, ao se distanciar da encosta, reduzem as condições para que as espécies desses grupos se desenvolvam, aumentando o solo exposto.

FIGURA 38 – Parte da unidade amostral 13 no levantamento de maio/2005. Pode ser verificada a falta de cobertura vegetal, solo exposto e marcas do pisoteio do gado.



Os resultados da análise de aleatorização evidenciam o avanço do processo de arenização na subárea 01 no decorrer do período do levantamento. Indicam também que esse processo ocorre em toda a extensão da subárea, pois o índice de solo exposto foi elevado e não apresentou variação significativa em qualquer distância considerada.

As variações significativas constatadas na subárea 01 foram em relação ao fator variação do tempo, indicando que a cobertura vegetal reduziu, em contrapartida com o aumento de solo exposto. A redução da cobertura proporcionada pelas gramíneas reptantes e herbáceas, paralelo ao aumento do solo exposto, ao longo do período dos levantamentos, foram as variáveis que mais ilustraram o avanço da arenização na subárea 01. Trindade (2003), ao avaliar a dinâmica da vegetação na borda de areais, constatou considerável aumento da complexidade das comunidades vegetais entre o primeiro e o segundo levantamento realizado. No entanto, assim como no presente

estudo, na terceira avaliação, houve queda drástica dessa complexidade, paralelo ao avanço do areal.

A existência de maior riqueza, maior diversidade específica (H') e menor incidência de solo exposto na subárea 02 ficou evidente em relação à subárea 01. O elevado índice de cobertura na porção mais próxima da encosta, proporcionado pelas diferentes formas de vida consideradas para a análise da cobertura vegetal, evidencia a importância desta na proteção do solo. Apesar de haver aumento na proporção de solo exposto e redução da cobertura vegetal a medida em que aumenta a distância da encosta e ao longo do período de estudo, não foi observada a remoção de solo, ou seja, o solo fica exposto em função da redução da cobertura vegetal, mas não é removido pelos processos erosivos que caracterizam a arenização. Isso evidencia a estabilidade nessa porção da planície, provavelmente em razão das características pedológicas locais e da cobertura vegetal existente. Esses fatores associados contribuem para evitar a arenização nessa porção da planície e, provavelmente atuam em outras formações campestres onde a arenização não está ocorrendo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das características locais, a florística dos campos do sudoeste do RS, ao contrário do que sempre se imaginou, apresenta uma alta diversidade. Esta alta diversidade ocorre, pois várias espécies apresentam um reduzido número de indivíduos. Entre as duas subáreas, a 02 é a que apresenta maior diversidade específica além de possuir uma cobertura vegetal que oferece maior contribuição na proteção do solo. Na subárea 01, a riqueza de espécies se manteve relativamente estável em toda a sua extensão, já na subárea 02, tanto a riqueza de espécies quanto a diversidade sofreram significativa redução na medida em que aumentou a distância da encosta.

As características pedológicas influenciam diretamente na cobertura vegetal das duas subáreas. Em contrapartida, a cobertura vegetal existente pode ou não contribuir na proteção contra os processos erosivos. É o que pode ser constatado na subárea 01, onde existem baixos teores de argila e matéria orgânica, elevada saturação de Al, deficiência de potássio, fósforo e magnésio e baixa capacidade de trocas catiônicas (CTC) com as plantas, que, no conjunto, dificultam o desenvolvimento das plantas e contribuem para o aumento do potencial de lixiviação do solo. Na subárea 02, ao contrário, as características pedológicas, apesar de apresentarem baixos teores de matéria orgânica e argila, contribuem para o desenvolvimento da vegetação que, por sua vez, retribui significativamente na proteção do solo contra os processos erosivos que caracterizam a arenização.

Assim, a estabilidade existente na subárea 02 ocorre por três fatores: maior fertilidade do solo, cobertura arbórea na encosta e presença de vegetação campestre que oferece maior cobertura ao solo. A presença da cobertura florestal na parcela da encosta do morro tabular, que corresponde à subárea 02, influencia na formação de uma cobertura vegetal mais consistente em relação à subárea 01 e ainda, na presença de um número maior de espécies, pois oferece menor insolação, maior umidade e matéria orgânica.

O levantamento fitossociológico possibilitou a constatação de que um reduzido número de espécies contribui para a maior parcela da cobertura do solo, sendo, portanto, consideradas as espécies dominantes. Em contrapartida, um elevado número de espécies contribui pouco para essa proteção em termos de cobertura aérea sobre o solo.

As espécies dominantes pertencem ao grupo das gramíneas reptantes, ou seja, espécies rizomatosas e de hábito prostrado. Na subárea 01 estão representadas por *Paspalum stellatum*, seguida por *P. nicorae*, enquanto que na subárea 02 a espécie dominante foi *P. nicorae*, seguida por *P. stellatum* e *P. notatum*. A dominância de espécies de hábito prostrado, que dá a fisionomia de campos limpos, é determinada principalmente pelo pastoreio do gado. No entanto, a alteração das espécies dominantes nas subáreas, provavelmente, é determinada pelas características pedológicas, ou seja, é possível que *P. stellatum*, dominante na subárea 01, tenha maior capacidade de sobreviver em ambiente com solo de menor fertilidade.

Ao considerar o fator tempo e a distância da encosta nas duas subáreas, constata-se que na subárea 01, a maior diferença observada quanto às variações nos índices de cobertura foi com relação ao fator tempo. Já, na subárea 02, a variação foi mais significativa ao considerar o fator distância da encosta.

Na subárea 01, a redução da cobertura vegetal e o aumento do solo exposto estiveram associados aos processos de remoção do solo que caracterizam a arenização e, diretamente relacionadas com a dinâmica pluviométrica regional, tendo em vista que as principais alterações com redução da cobertura vegetal e aumento de solo exposto ocorreram de janeiro a maio, o que correspondeu ao período de estiagem, seguido de chuvas torrenciais. Além disso, essas variações de cobertura ocorreram em toda a extensão da subárea, o que indica que a cobertura da encosta, composta basicamente por espécies arbustivas e subarbustivas, com alguns exemplares arbóreos isolados, não contribuiu para a proteção do solo e tampouco para a constituição da cobertura vegetal na porção do campo.

A maior redução no índice de cobertura na subárea 01 foi observada nas espécies que pertenciam aos grupos de plantas herbáceas, subarbustivas e gramíneas reptantes, embora as espécies de gramíneas reptantes permanecessem como dominantes nos três levantamentos.

A quantidade de solo exposto no último levantamento da subárea 01 foi muito superior aos dois primeiros levantamentos, demonstrando que o processo de arenização está avançando. Esse avanço ocorre, principalmente em consequência das dinâmicas pluviométricas regionais. Além disso, a presença do gado, caracterizada pelo superpastejo, também contribuiu de forma significativa na remoção do solo e avanço da arenização.

Na subárea 02, as variações da cobertura vegetal e de solo exposto também foram significativas ao considerar o fator tempo, ou seja, também houve redução da cobertura vegetal e aumento de solo exposto, no entanto, essas alterações na cobertura não estiveram associadas aos processos erosivos. As razões para isso se concentram nas características do solo, na cobertura vegetal do campo e na distância da

encosta. Ao considerar o fator distância da encosta, as variações de cobertura foram significativas salientando a importância da cobertura vegetal da encosta para a estabilidade do sistema local. Os dados demonstram que a vegetação nas proximidades da encosta cobre quase completamente o solo e, à medida em que se distancia desta, aumenta progressivamente a quantidade de solo exposto, no entanto, não há sinais de movimentação do solo.

Embora a porção do campo que corresponde à subárea 02 demonstre maior estabilidade, ela também é frágil. O aumento do índice de solo exposto ao se distanciar da encosta indica uma certa fragilidade do sistema local, o que é reforçado pelos baixos teores de matéria orgânica e argila que apresentam.

Sendo assim, a região dos campos do sudoeste do RS que apresentam tendência à arenização exigem cuidados especiais. A utilização desses solos para fins econômicos deve atender a cuidados especiais, entre os quais se destaca a revegetação dos areais, cultivo mínimo, rotação de culturas e o aporte de nutrientes. Isso pode ser fundido numa sistemática de uso e manejo baseado na rotação de culturas, adubação verde, manejo de restos culturais, plantio direto, renovação de pastagens capazes de promover a introdução de nutrientes essenciais no sistema e a minimização das perdas por lixiviação. A produção de massa verde permitirá maior cobertura do solo e conseqüentemente, aumento da matéria orgânica, manutenção de umidade e armazenamento das águas das chuvas (Azevedo & Kaminski, 1995).

No entanto, é imprescindível que as áreas atingidas pela arenização sejam isoladas do pisoteio do gado. Isso possibilitará a manutenção e o incremento da vegetação com espécies adaptadas às condições de baixa fertilidade, à baixa capacidade de retenção de água pelo solo e resistentes à agressão da areia carregada pelo vento e ainda, com algum potencial medicinal ou ornamental como fonte alternativa de renda,

mediante projeto e acompanhamento técnico. Dessa forma, essas áreas não seriam consideradas improdutivas.

Entre as espécies registradas nas duas subáreas, as mais resistentes ao processo de arenização são *Paspalum nicorae* e *P. stellatum*. No entanto, a dominância destas espécies, com elevado IVI em relação às demais, indica um disclímax da vegetação nas duas subáreas, provavelmente como consequência do superpastejo.

Outras espécies destacam-se por possuir potencial na recuperação dos areais, outras para uso ornamental e medicinal. Dentre estas, *Acanthospermum australe* aparenta possuir elevado potencial na contenção da arenização, pois ocorre sempre em locais atingidos, cobrindo a areia. Salienta-se que o comportamento desta espécie no campo deve ser estudado minuciosamente para verificar a sua aplicabilidade na recuperação dos areais. Além destas, *Portulaca* sp., *P. grandiflora*, *Echinopsis oxygona* e *Parodia ottonis*, destacam-se por apresentar elevado potencial ornamental.

É preciso aprofundar o conhecimento sobre a composição florística e fitossociológica da vegetação dos campos com arenização no sudoeste do RS. O conhecimento dessa importante formação contribuirá na compreensão do processo de arenização e na elaboração de uma lista das espécies que podem ser utilizadas na recuperação das áreas atingidas. Dessa forma, será possível subsidiar a elaboração de programas de recuperação das áreas atingidas e determinar áreas de proteção ambiental para garantir a preservação dessa formação vegetal, de significativa biodiversidade, beleza e merecedora de respeito e proteção.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. A revanche dos ventos: derruição de solos areníticos e formação de areais na Campanha Gaúcha. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, n. 11, p. 7-32, jul./dez. 1995.

A GRANJA: A REVISTA DO LÍDER RURAL. Manejo exige técnica no Sul. Porto Alegre: Editora Centaurus, set. 1984. 6-7 p. Edição extra.

APG. A Update of the Angiosperm Phylogeny group classification for the orders and families of flowering plants. The Angiosperm phylogeny group. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141, p. 399-436, 2003.

BELLANCA, E. T. Uma contribuição para a explicação da gênese dos areais do sudoeste do Rio Grande do Sul. 2002. 87 f. Dissertação de (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

BOECHAT, S. C. & VALLS, J. F. M. O gênero *Eragrostis* von Wolf (Gramineae; Chloridoideae) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Ser. Bot.*, Porto Alegre, n. 34, p. 51-130, jun. 1986.

BOLDRINI, I. Campos do Rio Grande do Sul: Caracterização fisionômica e problemática ocupacional. *Boletim do Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre*, n. 56, p.1-39, 1997.

BOLDRINI, I. & EGGERS, L. Vegetação campestre do sul do Brasil: Dinâmica de espécies à exclusão do gado. *Acta Botânica Brasilica*, São Paulo, n. 10(1), p. 37-50, jan-mar. 1996.

CAIN, S. A. The species-area curve. *American Midland Naturalist* 119: 573-581, 1938.

CANTO-DOROW, T. S., LONGHI-WAGNER, H. M. & VALLS, J. F. M. Revisão taxonômica das espécies de *Paspalum* L. grupo Notata (Poaceae – Paniceae) do Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Ser. Bot.*, Porto Alegre, n. 47, p. 3-44, jul. 1996.

CORDEIRO, C. A. & SOARES, L. C. A erosão nos solos arenosos da região sudoeste do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Geografia*. Rio de Janeiro: Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente – SUPREN da Diretoria Técnica do IBGE, vol. 4, n. 39, p. 32-50, 1975.

DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO DO EXÉRCITO BRASILEIRO. Cartas Topográficas, Porto Alegre: DSG, 1979. Folhas: São Francisco de Assis – E MI 2962/2.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.

FREITAS, E. M. DE; VERDUM, R. & BOLDRINI, I. I. Florística Preliminar de um campo com arenização no município de São Francisco de Assis/RS. 2005. Anais do 56º Congresso nacional de Botânica, Curitiba, 2005.

GARCIA, E. N. & BOLDRINI, I. I. Fitossociologia de um campo modificado da Depressão Central do Rio Grande do sul, Brasil. Iheringia, Ser. Bot., Porto Alegre, n. 52, p. 23-34, out. 1999.

GARCIA, E. N.; BOLDRINI, I. I. & JACCQUES, A. V. A. Dinâmicas de formas de vitais de uma vegetação campestre sob diferentes práticas de manejo e exclusão. Iheringia, Ser. Bot., Porto Alegre, v. 57. n. 2, p. 215-241, jul./dez. 2002.

KERN, J. C. & ALMEIDA, J. A. A. Pedologia: Levantamento exploratório de solos. In: Levantamento de recursos naturais. Folha SH. 22, Porto Alegre. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, v. 33, p. 405-540, 1986.

KLAMT, E. & SCHNEIDER, P. Solos suscetíveis à erosão eólica e hídrica na região da Campanha do Rio Grande do Sul. Ciência & Ambiente, Santa Maria, n.11, p. 71-80, jul./dez. 1995.

KLEIN, R. M. Aspectos Dinâmicos da Vegetação do Sul do Brasil. Sellowia: Anais Botânicos do Herbário Barbosa Rodrigues. Itajaí. n. 36, Ano XXXVI, p.5-54, 1984.

KLEIN, E. Cadastro de métodos e técnicas para contenção da degradação do meio em uma micro-bacia do município de São Francisco de Assis. 1999. 52 f. Dissertação de (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geociências, Curso de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

KUBO, R. R. Levantamento das plantas de uso medicinal em Coronel Bicaco, RS. 1997. 163f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Instituto de Biociências, Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1997.

LINDMAN, C. A. M. A vegetação do Rio Grande do Sul. (Traduzido por Alberto Loefgren, do original sueco: Vegetationen in Rio Grande do Sul, Stockholm, 1900). Porto Alegre: Livraria Echenique, 1906. 391 p.

MARCHIORI, J. N. C. Areais no sudoeste do Rio Grande do Sul: elementos para uma História Natural. Ciência & Ambiente, Santa Maria, n. 03, p. 65-89. jul./dez. 1992.

MARCHIORI, J. N. C. Vegetação e areais no sudoeste rio-grandense. Ciência & Ambiente, Santa Maria, n. 11, p. 53-64, jul./dez. 1995.

MARCHIORETTO, M. S.; WINDISCH, P. G. & SIQUEIRA, J. C. Problemas de conservação das espécies dos gêneros *Froelichia* Moench e *Froelichiella* R. E. Fries (Amaranthaceae) no Brasil. Acta Botânica Brasílica. São Paulo, n. 19 (2), p. 215 –219, abr/jun. 2005.

- MARODIN, S. M. & RITTER, M. R. Estudo taxonômico do gênero *Stenachaenium* Benth. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul. Iheringia, Ser. Bot., Porto Alegre, n. 48, p. 59-84, maio. 1997.
- MATTEUCI, S. D. & COLMA, A. Metodologia para el estudio de la vegetacion. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, 1982. 168 p.
- MATZENBACHER, N. I. O complexo “Senecionioide” (Asteraceae – Senecionieae) no Rio Grande do Sul, Brasil. 1998. 274 p. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.
- MATZENBACHER, N. I. & MAFIOLETI, S. I. Estudo taxonômico do gênero *Vernonia* Schreb. (Asteraceae) no Rio Grande do Sul – Brasil. Comunicações do Museu de Ciências e Tecnologia – PUCRS. Série Botânica, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p 1-133, novembro , 1994.
- MEDEIROS, E.; ROBAINA, L. E.; CABRAL, I. L.L. Degradação Ambiental na Região Centro-oeste do Rio Grande do Sul. Ciência & Ambiente, Santa Maria, n.11, p. 53-64, jul./dez. 1995.
- MELO, M. S. Florística, fitossociologia e dinâmica de duas florestas secundárias antigas com histórias de uso diferentes no Nordeste do Pará – Brasil. 2004. 116 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior da Agricultura “Luís de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- MONDIN, C. A. Levantamento da Tribo HELIANTHEAE CASS. (Asteraceae), *Sensu Stricta*, no Rio Grande do Sul, Brasil. 2004. 353 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Curso de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.
- MORENO, J. A. O clima do Rio Grande do Sul. Boletim Geográfico do RS, Porto Alegre, Ano 6. v. 11, 134 p., 1961.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. Aims and methods of vegetation ecology. J. Wiley, New York, 1974. 547 p.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: Supren, 1979. 421p.
- NÚCLEO DE ECOJORNALISTAS DO RIO GRANDE DO SUL. Preservação dos Campos Sulinos só foi reconhecida tardiamente. Entrevista concedida a PFEIFER, M. Edição EcoAgência de Notícias. 2005.
- PIELOU, E.C. An introduction to mathematical ecology. Wiley-Interscience, New York, 1969. 292 p.
- PILLAR, V. D. MULTIV software para análise multivariada, testes de aleatorização e autoreamostragem “bootstrap”, v. 2.3.9. Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre, 2004a. Disponível em <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/>

PILLAR, V.D. & ORLÓCI, L. On randomization testing in vegetation science: multifactor comparisons of relevé groups. *Journal of Vegetation Science* 7, p. 582-592, 1996.

PORTO, M. L. Os campos sulinos: sustentabilidade e manejo. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, n.24, p. 119-138, jan./jun. 2002.

QUADROS, F. L. F. de; PILLAR, V. D. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 109-118. 2002.

RAMBO, B. A fisionomia do Rio Grande do Sul. Selbach: Porto Alegre, 1956. 456 p.

RIET-CORREA, F., RIET-CORREA, G. & SCHILD, A. L. Importância do exame clínico para o diagnóstico das enfermidades do sistema nervoso em ruminantes e eqüídeos. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, EMBRAPA-CNPAB/PSA, Rio de Janeiro, v. 22, n. 4, oct/dec. 2002. Disponível em http://scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2002000400006

ROVEDDER, A. P. M. Potencial do *Lupinus albescens* (Leguminosae – Papilionoideae) em estratégia de recuperação da função e estrutura ecossistêmica do bioma Campos Sulinos degradado por arenização. 2006. 32 f. Documento apresentado como requisito parcial para exame de qualificação de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. Lista das espécies da flora ameaçadas de extinção no Rio Grande do Sul. 2002. Disponível em <http://sema.rs.gov.br/sema/html/especextrs1.htm/>

SIMÕES, C. M. O.; MENTZ, L. A. SCHENKEL, E. P., IRGANG, B. E. & STEHMANN, J. R. Plantas da medicina popular no Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1986. 173 p.

SMITH, L. B.; WASSHAUSEN, D. C. & KLEIN, R. M. Gramíneas. *Flora Ilustrada Catarinense*, Itajaí, Santa Catarina, p. 909-1407. 1982.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

SOUTO, J. J. P. Deserto, uma ameaça? Estudo dos núcleos de desertificação na fronteira sudoeste do RS. Porto Alegre: DRNR – Diretoria Geral, Secretaria da Agricultura, 1984. 169p.

SUERTEGARAY, D. M. A. A Trajetória da Natureza. Um estudo Geomorfológico sobre os Areais de Quaraí – RS. 1987. 243 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação no Brasil, causa antrópica ou natural?. 1994. 5º Congresso Brasileiro de Geógrafos, Anais, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, p. 359-365. 1994.

SUERTEGARAY, D. M. A. O Rio Grande do Sul descobre os seus “desertos”. *Ciência & Ambiente*, Santa Maria. n. 11, p. 33-52, jul./dez. 1995.

SUERTEGARAY, D. M. A. Desertificação: recuperação e desenvolvimento sustentável In: GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. *Geomorfologia e Meio Ambiente*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 249-289.

SUERTEGARAY, D. M. A. *Deserto Grande do Sul: controvérsia*. Porto Alegre: Editora da Universidade, 1998. 109 p.

SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A. & VERDUM, R. (org.). *Atlas da Arenização: Sudoeste do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento. 2001. 85 p.

TEIXEIRA, M. B. & NETO, A. B. *Vegetação: as regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos, estudo fitogeográfico*. In: *Levantamento de recursos naturais*. Folha SH. 22. Porto Alegre. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, v. 33, p. 541-620. 1986.

TRINDADE, J. P. P. *Processos de degradação e regeneração da vegetação campestre de areais do sudoeste do Rio Grande do Sul*. 2003. 125 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

VENDRUSCOLO, G. S.; SIMÕES, C. M. O. & MENTZ, L. A. *Etnobotânica do Rio Grande do Sul: análise comparativa entre o conhecimento original e atual sobre as plantas medicinais nativas*. Pesquisas. Instituto Anchieta de Pesquisas. São Leopoldo, n. 56, p. 285-320. 2005.

VERDUM, R. *Approche géographique des “deserts” dans les communes de São Francisco de Assis et Manuel Viana, État du Rio Grande do Sul, Brésil*. 1997. 210 f. Tese (Doutorado) - Université de Toulouse Lê Mirail, UFR de Géographie et Aménagement, Toulouse, 1997.

VERDUM, R. *Depressão Periférica e Planalto. Potencial ecológico e utilização social da natureza*. In: VERDUM, R.; BASSO, L. A.; SUERTEGARAY, D. M. A.(org.) *Rio Grande do Sul: Paisagens e Territórios em transformação*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004. p. 39 - 57.

WANDERLEY, M. G. L., SHEPHERD, G. J. & GIULIETTI, A. M. (Coord.). *Flora Fanerogâmica do estado de São Paulo – Poaceae*. São Paulo: Editora Hucitec. v. 1. 2001. 292 p.

WHITTAKER, R.H. *Evolution and measurement of species diversity*. *Taxon*. v. 21, n. 2/3. p. 213-251, may 1972.

6. ANEXOS

Anexo 1 – Análises de solo das subáreas 01 e 02.



**UNIVATES – CENTRO UNIVERSITÁRIO
PRÓ REITORIA ADMINISTRATIVA
LABORATÓRIO DE ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS**

LAUDO ANALÍTICO

INTERESSADO: ELISETE MARIA DE FREITAS
ENDEREÇO: Av Sete de Setembro, 700/302 – M

oinhos – Lajeado/RS
MATERIAL ANALISADO: Solo

Nº	Protocolo	% Umidade	% argila mV	pH - H ₂ O 1:1	Índice SMP	P mg/dm ³	K mg/dm ³	% M.O. mV	Al cmol _c /dm ³	Ca cmol _c /dm ³	Mg cmol _c /dm ³
1	1459/2004	-	19	5,8	6,6	10,3	27,0	0,8	0,4	0,3	0,2
2	1610/2004	-	16	5,3	6,6	3,2	62,6	0,7	0,2	1,6	1,0

Nº	Protocolo	H+Al cmol _c /dm ³	CTC cmol _c /dm ³		Saturação %		Na mg/dm ³	S mg/dm ³	Cu mg/dm ³	Zn mg/dm ³	B mg/dm ³	Mn mg/dm ³
			efetiva	pH 7	Al	Bases						
1	1459/2004	2,2	0,91	2,7	44,4	18,8	0,3	-	0,162	1,06	0,57	-
2	1610/2004	9,7	3,0	12,5	6,7	22,1	0,0	-	0,05	0,26	0,41	-

Obs: mg/dm³ = ppm, cmol_c/dm³ = meq/100g; CTC efetiva - quantidade de carga ao pH natural do solo; CTC pH 7,0 - quantidade de carga estimada a pH 7,0

Nº	Identificação da Amostra	Outras	Relações		
			Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
1	Fazenda Joaquim Paz – São Francisco de Assis/RS (Área com sinais de arenização)	Data recebimento: 23/09/04 Data coleta: 19/09/04	1,5	42,8	28,6
2	Fazenda Joaquim Paz – São Francisco de Assis/RS (Área 02 - com sinais de arenização)	Data recebimento: 25/10/04 Data coleta: 15/10/04	1,6	10,0	6,2

Para interpretação dos resultados e recomendação de corretivos e fertilizantes, consulte um engenheiro agrônomo.

Os resultados restringem-se à amostra entregue ao Laboratório e a reprodução total ou parcial deste laudo, somente será possível com a autorização prévia do Laboratório Responsável.

Lajeado, 21 de setembro de 2005.

Vaimor Ruffaelli
Engº Agr. Msc. CREA 100.476